

УДК 65.011.46:519.718.2

О.В. Сорокіна, канд. екон. наук

Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ, Україна

**СПРОЩЕНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО
СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА****Е.В. Сорокіна**, канд. екон. наук

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина

**УПРОЩЕННИЙ МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ****O.V. Sorokina**, Candidate of Economic Sciences

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine

**THE EASY WAY FOR THE ROUGH ESTIMATE OF FINANCIAL AND
ECONOMIC STATE OF A COMPANY**

Успішна комерційна компанія знаходиться в умовах динамічної рівноваги. Вона реагує на зміну зовнішніх чинників бізнес-оточення доступними їй діями. Таким чином, система виходить зі стану рівноваги, але повертається назад. Завжди важливо знати, чи можливо ефективними управлінськими рішеннями «повернути» компанію в «старий» стабільний стан, чи «старий» стабільний стан вже втрачений. Застосування математичної теорії катастроф дозволяє проводити такий аналіз. Практика застосування цієї теорії надана у статті.

Ключові слова: економічні завдання, управлінські рішення, математична теорія катастроф.

Успешная коммерческая компания находится в условиях динамического равновесия. Она реагирует на изменение внешних факторов бизнес-окружения доступными ей действиями. Таким образом, система выходит из состояния равновесия, но возвращается назад. Всегда важно знать, возможно ли эффективными управленческими решениями «вернуть» компанию в «старое» стабильное состояние или прежнее стабильное состояние потеряно. Применение математической теории катастроф позволяет проводить такой анализ. Практика применения данной теории показана в статье.

Ключевые слова: экономические задачи, управленческие решения, математическая теория катастроф.

Any successful commercial company keeps dynamic balance. It reacts to change of external factors of the business environment by own actions, which are accessible for it. It is a common way for renewal the normal steady financial state after the small deviations from a steady financial state. It is very important to know, is the normal steady financial state, after the crisis changes of the business environment, repair-suitable as result of professional finance management, or the normal steady financial state is impossible under new factors of the business environment. The described analysis is possible as result to use the mathematical catastrophe theory. The application practice of this theory is shown in the article.

Key words: economic problems, managerial decisions, mathematical catastrophe theory.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку суспільства, коли діяльність та розвиток підприємств, як ніколи, залежать від багатьох внутрішніх та зовнішніх чинників, для опису економічних систем стає неможливим використання простого методологічного математичного апарату, властивого традиційній ортодоксальній економіці. Підґрунтям для прийняття раціональних управлінських рішень має бути (в тому числі) економічний аналіз, методологічними орієнтирами якого є незамкнутість економічних систем, нерівноважність економічних процесів, безповоротність економічної еволюції, нелінійність економічних перетворень та неоднозначність економічних цілей, тобто синергетичні принципи. Синергетика є теорією самоорганізації систем різної природи. Важливим терміном тут постає «математична катастрофа». Так у теорії самоорганізації називають якісні, стрибкоподібні, нелінійні зміни, тобто стрибки в розвитку. Однією з математичних теорій, що описують різкі переходи, є математична теорія катастроф, характерним для якої є можливість «якісного» опису ситуації, ілюстрації висновків та результатів у вигляді простих графічних моделей. Результатом такого аналізу є виявлення здатності підприємства (економічної системи) до утримання стійкої комбінації певних параметрів чи наявності можливості різкої зміни їх рівня. Таким чином, особливої актуальності в умовах світової фінансової кризи набуває врахування в прийнятті управлінських рішень можливості виникнення стрибкоподібних змін певних показників підприємства під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням теоретичних та прикладних аспектів теорії катастроф присвячено багато наукових праць вітчизняних і зарубіжних дослідників. Так, вагомий внесок у сучасну теорію управління нелінійними системами внесли В.І. Арнольд [1], Б.В. Кузьменко [2], В.П. Лисенко, О.М. Підхомний, О.Р. Рудик. Вимірювання катастрофічних ризиків за допомогою застосування методологічного апарату теорії катастроф висвітлено у працях В.І. Норкіна [3].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У сучасних наукових дослідженнях недостатня увага приділена методичним аспектам застосування математичної теорії катастроф для вирішення прикладних економічних завдань, при тому, що лише застосування цієї теорії може суттєво спростити математичний опис фінансово-економічного стану підприємства. Це свідчить про актуальність наукової проблеми в теоретичному та практичному сенсі.

Мета статті. Основною метою статті є обґрунтування доцільності застосування математичної теорії катастроф для оцінювання фінансово-економічної стабільності комерційної компанії в період фінансової кризи. Передбачається запропонувати методику оцінювання та навести приклад її використання.

Викладення основного матеріалу. В економічній теорії розроблені різні концепції структурно-функціонального управління економічними системами. Загальним для них є кібернетичний підхід до управління економічною системою, в якій розрізняють такі структурні компоненти, як вхідні параметри, орган управління, об'єкт управління, вихідні дані. На вході системи у кожний момент часу є обмежена множина матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Вихід системи складає певну множину споживчих вартостей, яка знаходиться у функціональній залежності від вхідних параметрів. Оптимальне управління досягається за умови збігу максимуму і мінімуму цільової функції в деякій «сідловій» точці, коли економічна система знаходиться в стійкому стані гомеостатичної рівноваги. У цьому стані система досягає максимуму своєї ефективності, найпродуктивнішого режиму економічного зростання. Тому головне завдання управління економічними системами полягає в пошуку і реалізації управлінських дій, які в умовах зовнішніх і внутрішніх збурень забезпечать гомеостатичний статус функціонування і розвитку системи.

Для вирішення завдання може бути використано новий розділ математики – «математична теорія катастроф – МТК». У цьому випадку термін «катастрофа» означає стрибкоподібні зміни, що виникають при плавних змінах значень параметрів. Найчастіше неприємним сюрпризом для аналітика виявляється ситуація, в якій невеликі, поступові зміни параметрів ведуть до несподівано різкої, обвальної зміни всієї системи. Це можна трактувати, як втрату стабільного стану компанії в результаті невеликих змін оточення, яке раптом виявляється критичним.

Однією з найбільш популярних моделей теорії катастроф є катастрофа «збірки», топологія якої наведена на рис. 1.

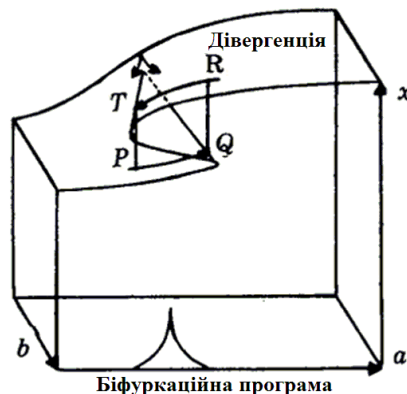


Рис. 1. Катастрофа «збірки»

Тут наочно продемонстровані якісні особливості катастрофічної поведінки систем. По осях a і b відкладені значення незалежних змінних, а по осі x – залежній. Можливим положенням системи відповідає поверхня катастроф. Проекція цієї поверхні на площину(a, b) дає біфуркаційну криву (біфуркація від лат. *bifurcus* – роздвоєний). Припустимо, що безперервній зміні значень параметрів a і b на рис. 1 відповідає рух по кривій RT . У точці T відбувається катастрофа – система стрибком переходить з верхнього листа на нижній у точку P .

Такий тип катастрофи МТК може бути використаний в організаційно-економічних завданнях для математичного моделювання процесів, в яких можуть спостерігатися катастрофи, тобто різка зміна властивостей при плавній зміні параметрів. Для прикладного застосування цієї теорії необхідно «зав'язати» в один математичний опис три об'єкти: мету функціонування, декілька (зазвичай одну або дві) координати процесу функціонування та один або декілька керуючих параметрів, за допомогою зміни яких можливо управляти протіканням процесу [4].

Алгоритм отримання математичної моделі дуже простий. Спочатку необхідно визначитися з метою функціонування. В економіці за мету функціонування можна прийняти отримання мінімальних витрат у процесі виробництва або максимум прибутку.

Далі слід обрати координату, що характеризує процес виробництва. Найбільш раціональним вибором буде «обсяг виробництва продукції» – y .

Якщо витрати виробництва ($V_{\text{вирп}}$) або прибуток (Pr) залежатимуть від випуску продукції (y), то можна записати:

$$V_{\text{вирп}} = f1(y), \quad (1)$$

$$Pr = f2(y), \quad (2)$$

де $f1$ і $f2$ – деякі функції, причому можна вважати, що прибуток Pr і витрати $V_{\text{вирп}}$ є зворотними величинами або величинами, що мають різні математичні тенденції. Якщо прибуток позитивний, то витрати можна вважати негативними. Якщо витрати ростуть, то прибуток зменшується, і навпаки.

Зрозуміло, що $V_{\text{вирп}}$ і Pr залежать не тільки від випуску продукції, але і від багатьох інших величин або керуючих параметрів, як вони називаються в математичній теорії катастроф (наприклад, обсягу інвестицій, продуктивності праці, попиту на продукцію підприємства на ринку, цін на продукцію і сировину, податків і т. д.), тобто можна записати:

$$V_{\text{вирп}} = f1(y, a1, a2, a3, a4 \dots), \quad (3)$$

$$Pr = f2(y, a1, a2, a3, a4 \dots), \quad (4)$$

де $a1, a2, a3, a4 \dots$ – керуючі параметри.

Для успішної діяльності необхідно знати точні залежності $f1$ і $f2$ або модель процесу, тобто знати, яким змінам керуючих параметрів $a1, a2, a3, a4 \dots$ і випуску продукції y відповідає те або інше значення прибутку. Побудувати таку модель складно. Тому доцільно використовувати математичну теорію катастроф і отримати достатньо просту модель, виходячи з мінімуму знань про функції $f1$ і $f2$.

Розглянемо як приклад умовне підприємство, що успішно функціонує на ринку, отримує певні прибутки. Це відбувається при деякому випуску продукції y і певних значеннях керуючих параметрів $a1, a2, a3, a4 \dots$ Залежність прибутку чи витрат L від обсягів виробництва y наведено на рис. 2.

Підприємство умовно позначено кулькою. Графіки відрізняються різними наборами керуючих параметрів. При плавній зміні цих параметрів графіки зрушуються, їх гілки йдуть крутіше або пологіше, чи, взагалі, деформуються. Проте у всіх графіків залишається щось загальне: стійкість роботи, що визначається одним мінімумом кривої. Ця область називається докритичною областю катастрофи.

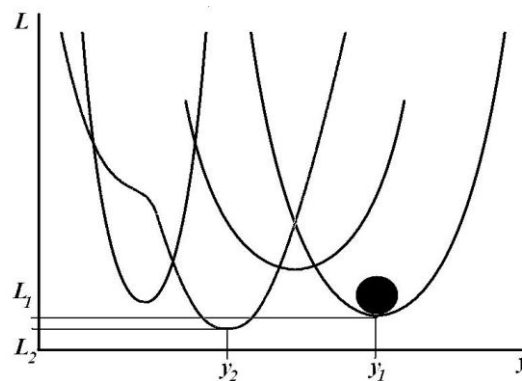


Рис. 2. Стабільний фінансово-економічний стан – докритична область катастрофи

Припустимо, що підприємство знаходиться на стадії розорення, що можна трактувати як «катастрофу» в математичному розумінні. Вважатимемо, що катастрофа відбувається тоді, коли прибуток стає нульовим. Геометрично це пояснюється тим, що стан утрачає минулу стійкість і підприємство «звалюється» з нього в інший стійкий стан, але вже з нульовим значенням прибутку (або навіть отримує збиток). Ця ситуація наведена на рис. 3.

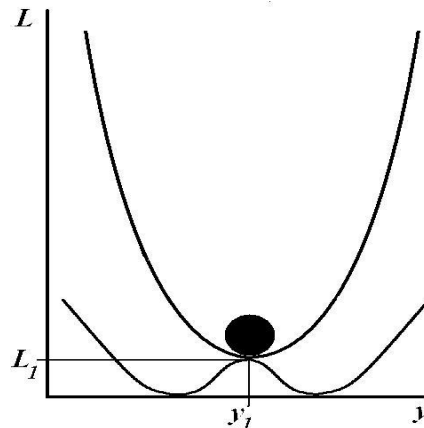


Рис. 3. Нестабільний фінансово-економічний стан – закритична область катастрофи

У цьому випадку при деякому іншому наборі керуючих параметрів крива прибутку має вже два стійкі стани рівноваги з нульовим прибутком і один нестійкий стан рівноваги, що їх розділяє. Таку ситуацію називають закритичною областю катастрофи.

Таким чином, можна зробити висновки, що катастрофа означає зміну кількості і якості станів рівноваги, в яких може знаходитися підприємство. Той набір параметрів, при якому відбувається катастрофа, називається критичним. Коли діяльність підприємства наближається до цього стану, то вірогідність катастрофи зростає.

Розглянемо приклад. Нехай є тільки два керуючі параметра: a_1 і a_2 . Для однієї координати y і двох керуючих параметрів у теорії катастроф є тільки одна стандартна, канонічна залежність для запису залежності функції мети:

$$V(y) = 0.25 y^4 - 0.5 a_1 y^2 - a_2 y, \quad (5)$$

де $V(y)$ – потенційна функція, якою може бути прибуток або витрати стосовно до економічного завдання. Катастрофа, що має таку потенційну функцію, називається катастрофою типу «збірки». Збірка має в докритичній області один стійкий стан рівноваги (одну ямку потенційної функції), а в закритичній області – два стійких і один нестійкий стани рівноваги (тобто дві ямки, що розділені горбом).

Докритична область задається таким набором параметрів:

$$\left| \begin{array}{l} a1 < 0, -\infty > a2 > \infty \\ a1 > 0, |a2| > \frac{2 \cdot a1}{3} \cdot \sqrt{\frac{a1}{3}} \end{array} \right. \quad (6)$$

Закритична область задається таким чином:

$$\left| \begin{array}{l} a1 > 0, |a2| < \frac{2 \cdot a1}{3} \cdot \sqrt{\frac{a1}{3}} \end{array} \right. \quad (7)$$

Рівняння (5) задає статичну модель роботи підприємства. Визначимо економічний зміст керуючих параметрів. Припустимо, параметр $a1$ задає витрати (інвестиції) на розширення випуску продукції, а параметр $a2 = p - q$, де p – ціна реалізації продукції, q – витрати на модернізацію виробництва, поліпшення якості і розроблення нової продукції. Всі інвестиції умовно будемо вважати віднесеними на одиницю випуску продукції.

Для отримання динамічної моделі або моделі руху вважатимемо підприємство градієнтною системою. Це означає, що потенційна функція $V(y)$ прагне до екстремуму: мінімуму витрат або максимуму прибутку (залежно від того, що вибрано за потенційну функцію). Вважатимемо, що $V(y)$ – функція витрат, тоді рух спрямовано в напрямку антиградієнта потенційної функції, оскільки градієнт витрат: $\text{grad}V(y) = \frac{\partial V}{\partial y} = y^3 - a1y - a2$

спрямований у напрямку найбільш швидкого зростання потенційної функції. Далі в першому наближенні вважатимемо, що швидкість зменшення витрат по мірі зростання випуску пропорційна швидкості росту випуску в часі. Тоді можна записати

$$K \frac{dy}{dt} = -\frac{\partial V}{\partial y} = -y^3 + a1y + a2, \quad (8)$$

де K – коефіцієнт пропорційності, dy/dt – швидкість зміни випуску продукції в часі.

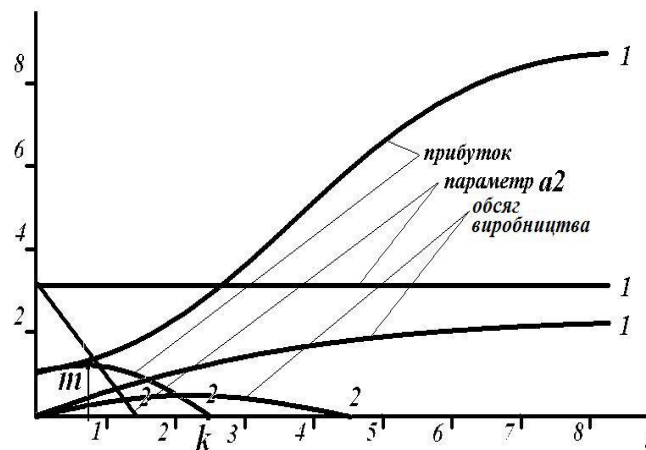


Рис. 4. Схема зміни «прибутку», «обсягу виробництва» та «цінового індексу» в докритичній (1) та «закритичній» (2) області катастрофи

На рис. 4 наведено результати рішення диференціального рівняння (8), тобто моделювання діяльності підприємства в двох ситуаціях. Графіки для відповідних ситуацій позначені номерами 1 і 2. Для обох ситуацій параметр $a1 = 3 = \text{Const}$, тобто інвестиції, що направлені на розширення виробництва, залишаються постійними на весь час роботи. Коефіцієнт $K = 10$ визначає масштаб часу та узгоджує розмірності змінних. Параметр $a2 = p - q = 3 = \text{Const}$, тобто можна вважати, що постійна ціна на продукцію дорівнює $p = 3$, а витрат на модернізацію і підготовку до випуску нової продукції підприємство не здійснює $q = 0$. Прибуток (за формулою потенційної функції 5) вважаємо з негативним знаком, оскільки прибуток протилежний витратам.

У першій ситуації (рис. 4) прибуток росте приблизно по S-образній кривій і досягає максимуму, що приблизно дорівнює 9 одиницям. Аналогічно росте і випуск продукції.

У другій ситуації керуючий параметр рівномірно зменшується згідно з законом $a_2 = p - wt$, що еквівалентно постійній ціні $p=3$, при витратах на модернізацію та підготовку до випуску нової продукції, що постійно ростуть, швидкість росту цих витрат вибрана постійною і рівною $w=2$.

Як видно з графіка, до точки t прибуток, незважаючи на витрати, все-таки росте, але не такими темпами, як в першому випадку. Потім прибуток починає знижуватися, і в точці k стає нульовим, тобто фірма терпить катастрофу.

На рис. 5 наведено графіки роботи для третьої ситуації, коли витрати на модернізацію починають здійснюватися ближче до третього етапу S-образної кривої прибутку.

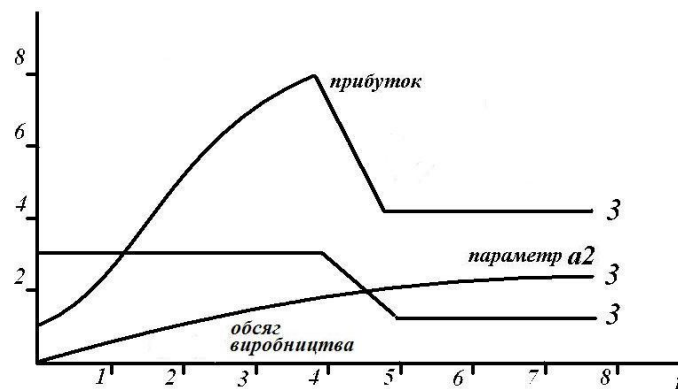


Рис. 5. Схема зміни «прибутку», «обсягів виробництва» та «цінового індексу» за реалізації оптимальної стратегії

Висновки і пропозиції. Маючи таку достатньо просту модель діяльності підприємства, можна якісно оцінити можливості переходу з однієї S-образної кривої на іншу, пов'язану з випуском нової продукції, причому можливо варіювати ціни, витрати на розширення випуску, темпи зростання витрат на модернізацію і перебудову виробництва і т. п. Однак модель потребує вибору масштабних коефіцієнтів, щоб «прив'язати» її до часу, обсягу продукції і т. п. Зрозуміло, що реальна діяльність підприємства відрізнятиметься від цих або інших графіків. Тоді можна ставити завдання управління діяльністю підприємства: відповідні режими роботи, що відладжені на моделі, можна вважати бізнес-планом, а менеджмент підприємства має забезпечувати його виконання.

Список використаних джерел

1. Арнольд В. И. Теория бифуркаций. Динамические системы / В. И. Арнольд. – М. : ВИНТИ. – 1986. – Т. 5. – 284 с. – (Итоги науки и техники. Серия : Современные проблемы математики. Фундаментальные направления).
2. Кузьменко Б. В. Сучасна теорія управління: нелінійні системи, прикладна теорія катастроф : навч. посіб. / Б. В. Кузьменко. – К., 2009. – 150 с.
3. Норкин В. И. Об измерении и профилировании катастрофических рисков / В. И. Норкин // Кибернетика и систем. анализ. – 2006. – № 6. – С. 80-94.
4. Садигов А. Б. Создание математических моделей и методов решения задач оперативного управления в чрезвычайных ситуациях / А. Б. Садигов // Компьют. математика : сб. науч. тр. – 2011. – Вып. 1. – С. 37-45.