

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Припотень Владимир Юрьевич, доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента Никопольского факультета Запорожского национального университета, г. Никополь.

Изюмов Илья Юрьевич, ассистент кафедры менеджмента Донбасского государственного технического университета, г. Лисичанск.

Prypoten V. Doctor of Economics, Professor of Management Nikopol faculty of Zaporizhzhya National University, Nikopol

Yzumov I., Assistant of the Department of Management of Donbass State Technical University, Lisichansk

Prypoten V. , Yzumov I., Stochastic model of diagnostics of economic indicators of small enterprise.

Basic contradictions, at diagnosticating of indexes of small enterprises, are determined by means of scope of all activity of enterprise and receipt of the aggregated information for control of destabilizing factors and realization of necessary actions by the most effective method. At problem description the authors mark, that the basic difficulty in these contradictions is placed in cause-and-effect relations of economic objects, and the change of one absolute indexes not always is transformed in results the rests. Thus, the construction of the diagnosing system draws considerable economic expenses. Analysis of the last researches and publications, allowed to get the applications of possibility to use the methods of economic analysis, features of construction of models and use of information technologies. Finishing stage of process of diagnostics is the definition of executive and horizontal connections between them, which is accompanied by the construction of algorithm on the rules described in the article. This process allows to define the separate stages of works. Realization of diagnosticating of small enterprise on the basis of results of past periods does not give a high-quality estimation and considerably reduces obtained results, that entails a search and development of new mathematical methods and informative approaches to solve the problem. Creation of dynamic model allows in the on-line operation to define negative factors. A basic idea of the article is the development of new methodologies, the determination of basic destabilizing factors in the systems of diagnosticating of the economic state of small enterprise. As a result of the conducted research, the methodology of diagnostics of the economic state of small enterprises is presented, by a base element, which is a stochastic model of enterprise. On basis of continuous estimation of correlation properties of entrance indexes of small enterprise the harmonic main functions by means of which on a model the test is conducted are formed. On results of tests with the set exactness (probability of the stable state), diagnosticating of small enterprise is conducted.

Припотень В.Ю., Изюмов И.Ю. Стохастическая модель диагностики экономических показателей малого предприятия.

Основные противоречия, при диагностировании показателей малых предприятий, определяются с помощью охвата всей деятельности предприятия и получения агрегированной информации для контроля дестабилизирующих факторов и проведения необходимых действий наиболее эффективным способом. При описании проблемы, авторами отмечено, что основная трудность в этих противоречиях заложена в причинно-следственных связях экономических объектов, а изменение одних абсолютных показателей не всегда трансформируется в результаты других. Таким образом, построение

диагностирующей системы влечет значительные экономические затраты. Анализ последних исследований и публикаций, позволил получить данные о возможности применения методов экономического анализа, особенностей построения моделей и использования информационных технологий. Завершающий этап процесса диагностирования – это определение исполнителей и горизонтальных связей между ними, который сопровождается построением алгоритма по описанным в статье правилам. Этот процесс позволяет определить отдельные этапы работ. Проведение диагностирования малого предприятия на основании результатов прошлых периодов не дает качественной оценки и значительно снижает полученные результаты, что влечет за собой поиск и разработку новых математических методов и информационных подходов к разрешению проблемы. В оперативном режиме определить негативные факторы позволяет создание динамической модели. Основная идея статьи – это разработка новых методик, опережение основных дестабилизирующих факторов в системах диагностирования экономического состояния малого предприятия. В результате проведенного исследования, представлена методика диагностики экономического состояния малых предприятий, базовым элементом, которой является стохастическая модель предприятия. На основе непрерывной оценки корреляционных свойств входных показателей малого предприятия формируются гармонические узловые функции, с помощью которых на модели проводятся испытания. По результатам испытаний с заданной точностью (вероятность стабильного состояния) проводится диагностирование малого предприятия.

Припотень В.Ю., Изюмов І.Ю. Стохастична модель діагностики економічних показників малого підприємства.

Основні протиріччя, при діагностуванні показників малих підприємств, визначаються за допомогою охоплення усієї діяльності підприємства і отримання агрегованої інформації для контролю дестабілізуючих чинників і проведення необхідних дій найбільш ефективним способом. При описі проблеми, авторами відмічено, що основа трудність цих протиріччя закладена в причинно-наслідкових зв'язках економічних об'єктів, а зміна одних абсолютних показників не завжди трансформується в результати інших. Таким чином, побудова діагностуючої системи тягне значні економічні витрати. Аналіз останніх досліджень і публікацій, дозволив отримати дані про можливість застосування методів економічного аналізу, особливостей побудови моделей і використання інформаційних технологій. Завершуючий етап процесу діагностування - це визначення виконавців і горизонтальних зв'язків між ними, який супроводжується побудовою алгоритму за описаними в статті правилами. Цей процес дозволяє визначити окремі етапи робіт. Проведення діагностування малого підприємства, на підставі результатів минулих періодів, не дає якісної оцінки і значно знижує отримані результати, що спричиняє пошук і розробку нових математичних методів і інформаційних підходів до вирішення проблеми. У оперативному режимі визначити негативні чинники дозволяє створення динамічної моделі. Основна ідея статті - це розробка нових методик, визначення основних дестабілізуючих чинників в системах діагностування економічного стану малого підприємства. В результаті проведеного дослідження, представлена методика діагностування економічного стану малих підприємств, базовим елементом, якою є стохастична модель підприємства. На основі безперервної оцінки кореляційних властивостей входних показників малого підприємства формуються гармонійні вузлові функції, за допомогою яких на моделі проводяться випробування. За результатами випробувань із заданою точністю (ймовірність стабільного стану) проводиться діагностування малого підприємства.

Постановка проблемы. Противоречия в системе диагностирования экономических показателей малого предприятия определяется, с одной стороны, желанием охватить всю деятельность предприятия по всем направлениям (операционная, инвестиционная,

финансовая), а с другой – получение агрегированной информации, обеспечивающей контроль дестабилизирующих факторов и идентификацию процедур диагностики экономически выгодным путем. Трудности в разрешении этого противоречия заложены в сложности формирования причинно-следственных связей между экономическими объектами и различными критериями достижения локальных целей. К этому следует добавить, что изменение одних абсолютных показателей хозяйственной деятельности часто не поддается четкой трансформационной оценке в результаты других. Поэтому задача о построении диагностирующей системы на основе экономических детерминированных моделей не представляется возможным ввиду больших экономических затрат. Создание учения о технологии экономической диагностики предусматривает расчленение (детализацию) всего процесса исследования на ряд взаимосвязанных этапов. Это позволяет установить конкретный состав решаемых задач, общую логику и этапы выполнения отдельных видов работ.

Анализ последних исследований и публикаций. Описание технологических этапов диагностики в литературе, как правило, сопровождается четкими указаниями на возможности применения приемов и методов экономического анализа, особенностей построения моделей, а также на используемые информационные технологии. Завершающим моментом процесса диагностики является определение исполнителей и возникающих между ними горизонтальных связей. Вся эта работа осуществляется в полном соответствии с теоретическими принципами экономической диагностики, которые предполагают, что алгоритм ее проведения должен строиться по следующим правилам [1, 2]: обеспечение информационной увязки между отдельными этапами работ для создания возможностей их параллельного выполнения; формирование системы обратных связей, позволяющих уточнять диагноз в зависимости от текущего изменения реального положения дел; создание банка данных по результатам проведенных диагностирующих исследований и систематизация наиболее часто возникающих хозяйственных ситуаций; проведение диагностики в сжатые сроки и подключение к работе широкого круга менеджеров организации, внешних консультантов и специалистов рыночной инфраструктуры; постоянное развитие основ технологии экономической диагностики по мере осуществления рыночных преобразований и возникновения качественно новых экономических ситуаций.

Теоретические принципы диагностики и система правил построения алгоритма позволяют перейти к определению состава отдельных этапов работ. К ним целесообразно отнести: формирование системы типичных признаков возможных экономических состояний предприятия; разработку механизма экономического тестирования результатов предпринимательской деятельности; моделирование в интерактивном режиме закономерностей и тенденций, свойственных различным экономическим состояниям; выявление внутренней структуры связей между факторами и выделение конкретных причин возникающих отклонений, нарушений, потерь в работе организаций; прогнозирование диагноза экономического состояния предприятия и выделение областей решающих резервов по улучшению работы; составление комплексной характеристики положения предприятий на рынке и оценку их конкурентоспособности на основе определения рейтинга; постановка окончательного диагноза и его оформление по принятым стандартам, интеграцию полученных результатов в систему менеджмента предприятия.

Очевидно, основная методология диагностики экономического состояния предприятий строится на основе анализа накопленных данных прошлых периодов, что значительно снижает результативность диагностирования и требует поиска новых математических и информационных подходов к разрешению проблемы. Использование динамических моделей малых предприятий позволяет в оперативном режиме

распознавать дестабилизирующие факторы тем самым разрешить многие противоречивые вопросы процессов диагностирования.

Цель статьи. Расширение методологических подходов и определение дестабилизирующих признаков в системах диагностирования экономического состояния малых предприятий.

Результаты исследований. Считается, что малое предприятие может развиваться за счет, как внутренних источников (прибыли), так и внешней финансовой поддержки. Основные производственные фонды — единственный лимитирующий фактор, определяющий выпуск продукции [3].

Зависимости между основными переменными модели малого предприятия можно представить следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} P(t) &= f \cdot A(t); \\ M^{06}(t) &= (1-c) \cdot P(t); \\ M(t) &= M^{06}(t) - N(t); \\ N(t) &= \tau_1 P(t) + \tau_2 k_A (1 - \beta) M(t); \\ \frac{dA}{dt} &= \beta M(t) + I(t) \\ t &\in [0, T]; \beta \in [0, 1], k_A \in [0, 1] \end{aligned}$$

где $P(t)$ - выпуск продукции в момент t в стоимостном выражении;

f - показатель фондоотдачи;

$A(t)$ - стоимость основных производственных фондов;

c - удельная себестоимость выпуска продукции;

$M^{06}(t)$ - общая прибыль малого предприятия, которая зависит от спроса или от эластичности;

$M(t)$ - чистая прибыль малого предприятия за вычетом налогов;

$N(t)$ - сумма налоговых отчислений;

τ_1, τ_2 - ставки налогообложения на объем выпуска и прибыль;

β - доля чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование, ($0 < \beta < 1$);

k_A - коэффициент, отражающий долю реинвестируемых средств прибыли и оцениваемый статистическим путем $0 < k_A < 1$;

$I(t)$ - внешние инвестиции, полученные малым предприятием;

В стохастических экономических системах (наиболее адекватное представление) для выделения диагностирующих признаков предлагается использовать разложение в ряды взаимодействующие параметры по ортогональным функциям. При этом в качестве признаков берутся коэффициенты разложения (в частности, ряды Фурье, полиномы Эрмита, Лежандра и др.) и их количество задается от $-\infty$ до $+\infty$. Они то и определяют значительные затраты времени моделирования и точность полученных результатов

Чтобы оценить влияние спектральных свойств отдельных случайных параметров, в [4] предложено представлять их в неканонической форме (детерминированные гармонические функции) со случайными характеристиками фактических амплитуд и частот.

При прохождении их через модель малого предприятия, на выходе узловых точек формируются трансформационные функции $Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_n(t)$, являющиеся базовыми при определении вероятности устойчивости диагностируемых признаков за определенный период ($P(t_1, t_2)$)

$$P(t_1, t_2) = \mathop{\text{a}} \limits_{m_i m_j} \mathop{\text{O}} \limits_{k=1}^n K(t_k)_{m_i m_j} P_{m_i, m_j}$$

где m_i, m_j – узлы интерполяционного полинома входных параметров;

$K(t_k)_{m_i m_j}$ – характеристическая функция отдельной гармоники;

$P_{m_i m_j}$ – весовые коэффициенты (числа Кристоффеля);

n – количество узлов интерполяции;

t_1, t_2 – обозначенный интервал прогноза.

Характеристическая функция компоненты вероятности устойчивости оцениваемого узла имеет вид:

$$K(t_k) = \begin{cases} 1, & \text{если выполнено неравенство,} \\ 0, & \text{если хотя бы одно из неравенств нарушено,} \end{cases}$$

Неравенства представляют собой критерий устойчивости:

$$\left. \begin{aligned} M_g(t) &\leq M_{a.y} \\ \omega(t) &\geq \omega_{a.y} \end{aligned} \right\}$$

где $M_{a.y}$ – допустимые амплитудные значения для показателей с ограничением по верхнему уровню;

$\omega_{a.y}$ – допустимые амплитудные значения для показателей с ограничением по нижнему уровню;

$M_g(t)$, $\omega(t)$ – текущие значения параметров.

Интерполяционный полином входных параметров для сочетания узлов интерполяции λ_j , ω_j имеет вид:

$$Y_{ij} = \bar{Y} + \sigma (\sin \omega_{ij} t + \lambda_j \cos \omega_{ij} t),$$

где: \bar{Y} – математическое ожидание входного параметра;

σ – среднеквадратическое отклонение;

t – текущее время;

λ_j – числа нормального закона распределения;

ω_{ij} – частоты детерминированных гармоник, определяющиеся корреляционной функцией.

Для получения чисел ω , описывающихся законом распределения (4), используется свойство, заключающееся в том, что для любых двух законов распределения случайных величин можно найти функцию Z , связывающую известный закон распределения с искомым, например, с равномерным. Функция Z находится из равенства:

$$\frac{x+1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\pi} \int_0^x \arctg \frac{z+b}{a} dz + \arctg \frac{z-b}{a} \Big|_0^x,$$

здесь $x \in [-1 \dots 1]$, $z \in [-\infty \dots \infty]$.

Решив уравнение относительно z , находим:

$$z = -\frac{a}{\operatorname{tg} 2\pi \frac{x+1}{2}} \pm \sqrt{\frac{a}{\operatorname{tg} 2\pi \frac{x+1}{2}} + a^2 + b^2}$$

Полученная функция является периодической, осуществляющая преобразование случайной величины x в ω . Граничные условия соблюдаются: при $x=1$, $\omega=\infty$.

Количество выбранных чисел ω и λ при формировании входных воздействий можно установить на основе корней ортогональных полиномов, как веса, равные плотности распределения величин ω и λ . Как показывают исследования, при выборе числа узлов равное 2, обеспечивается вычисление математического ожидания с точностью до 3-х десятичных знаков. При этом ошибка вычисления дисперсии примерно на два порядка больше, чем ошибка вычисления математического ожидания, ввиду того, что характеристическая функция дисперсии является смешанным квадратом функции математического ожидания.

К этапам диагностирования экономической системы на основе формирования частотных узлов относятся: определение числовых характеристик и корреляционной функции показателей результативности экономического объекта. Показателями результативности являются: действенность, безопасность трудовой жизни, экономичность, инновации, качество, производительность и прибыльность; проведение статистических

испытаний (подача детерминированных гармоник (количество определяется предписанной точностью) на экономический объект); по совокупности выходных гармоник определяется вероятность устойчивости работы предприятия, и заполняется таблица функций дестабилизирующих факторов (ТФДФ); по ТФДФ определяется дестабилизирующий фактор (ДФ); проводится анализ ДФ и устанавливается центр ответственности и причины дестабилизации.

Таким образом, диагностирующая система хозяйственной деятельности предприятия приобрела достаточно весомые диагностические признаки: спектр частот; числовые характеристики (вероятность, математическое ожидание, дисперсия); временное запаздывание на обслуживание входных воздействий. Третий диагностический признак появляется в результате фильтрации фактических сигналов в системе. Использование таких моделей позволит: оперативно оценивать результативность экономических показателей предприятия; вести диагностику отклонений от предписанного уровня; обобщить результативность предприятия в одном показателе (вероятность устойчивого состояния); учесть при прогнозировании колебательный характер входных параметров.

Выводы. Использование статистических испытаний на модели малого предприятия на основе частотных узлов позволит оперативно оценивать: влияние входных параметров на результаты деятельности малого предприятия; вести диагностику отклонений результирующих показателей от предписанного уровня; обобщить результативность предприятия в одном показателе- вероятности устойчивого состояния.

Список использованной литературы

1. Мисаков В.С. Теория и практика анализа конкурентоспособности фирмы. М.: Финансы и статистика. 1998. 220 с.
2. Уколов В.Ф. Теория управления / В.Ф. Уколов, А.М. Масс. М.: Экономика, 2006. 656 с.
3. Хачатрян С.Р. и др. Методы и модели решения экономических задач: Учебное пособие. -М.: Издательство «Экзамен», 2005. 384 с.
4. Чернецкий В. И. Анализ точности нелинейных систем управления. – М.: Машиностроение, 1968. 264 с.

References (BSI)

1. Misakov V. S. Theory and practice of the analysis of competitiveness of firm. [«Теорія і практика аналізу конкурентоспособності фірми»] М.: *Finansy i statistika*. 1998. 220 p.
2. V. Fpricks. Theory of management [«Теорія управління»] / V. F. Ukolov, A.M. Mass. М.: *Jekonomika*, 2006. 656 p.
3. Hachatryan S.R., etc. Methods and models of the solution of economic tasks [«Metody i modeli reshenija jekonomicheskikh zadach»]: *Uchebnoe posobie*. -М.: *Izdatel'stvo «Jekzamen»*, 2005. 384 p.
4. Chernetsky V. I. Analysis of accuracy of nonlinear control systems [«Analiz tochnosti nelinejnyh sistem upravlenija»] – М.: *Mashinostroenie*, 1968. 264 p.

Ключові слова: модель, діагностика, детерміновані гармонійні функції, числа Крістоффеля, ймовірність стійкості, кореляційна функція.

Ключевые слова: модель, диагностика, детерминированные гармонические функции, числа Кристоффеля, вероятность стойкости, корреляционная функция.

Keywords: model, diagnostics, deterministic harmonic functions, Christoffel numbers, the likelihood of sustainability, correlation function

Рецензент: В. Н. Гончаров., д. э. н., профессор, заведующий кафедрой экономики предприятия и управления трудовыми ресурсами, ЛНАУ