

---

УДК 65.012.8

А.Н. Скачков, Д.С. Ревенко, М.А. Грищенко

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

*Рассмотрены вопросы моделирования экономической безопасности машиностроительного предприятия в условиях неопределенности. Предложена усовершенствованная модель оценивания экономической безопасности предприятия, а также ее интервальная форма для случая, когда некоторые функциональные критерии неопределены. Приведено описание информационной технологии взаимодействия информационных потоков, процессов и средств моделирования и диагностики экономической безопасности машиностроительного предприятия в условиях неопределенности. Предложенные модели, методы и алгоритмы апробированы на основе данных о деятельности ГАХК «Артем».*

**Ключевые слова:** функциональные критерии, адаптивный отбор, интервальные числа, информационные потоки, стимулирующие факторы.

### **Введение**

Современные реалии, которые можно охарактеризовать нестабильным развитием почти всех секто-

ров национальной экономики, отсутствием государственной поддержки и защиты отечественных предприятий, а также неурегулированностью многих механизмов управления и негативными изменениями

состояния предприятий под влиянием меняющегося внешнего окружения, обуславливают необходимость углубленного развития вопросов адаптации и устойчивости предприятий, поддержки достаточного уровня безопасности и стабильности функционирования в неопределенных условиях рынка.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проблема поддержки надлежащего уровня экономической безопасности на предприятии всегда было одной из наиболее приоритетных задач [1].

Значительный вклад в формирование понятийного аппарата экономической безопасности предприятия внесли работы следующих авторов: Покропивного С.Ф., Шнипко О.С., Фокиной Н.П., Кракос Ю.Б., Серик Н.И., Глущенко С.В., Петровича И.М., Сытник С.И., Яременко О.Ф., Загорной Т.О., Гетьман А.О., Шваб Л.И., Донец Л.И., Ващенко Н.В.

На данный момент большинство исследователей уделяют внимание проблемам формирования критериев и набору факторов экономической безопасности предприятия, игнорируя немаловажный вопрос – моделирование экономической безопасности предприятия.

**Постановка задачи исследования.** Целью исследования является разработка модели оценивания экономической безопасности, учитывающая неопределенность среды, а также информационной технологии взаимодействия информационных потоков, процессов и средств моделирования и диагностики экономической безопасности.

### Основной материал исследования

Одним из наиболее популярных и более простых методов в использовании является метод сумм.

Так, уровень  $i$ -й составляющей экономической безопасности предприятия определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{i=1}^n f(x_i) / n, \quad (1)$$

где  $n$  – количество показателей;  $f(x_i)$  – единичная оценка показателя, который определяется как соотношение фактического значения показателя  $i$ -й составляющей экономической безопасности и его базового значения:

$$f(x_i) = (x_{1i} / x_{0i})^\alpha, \quad (2)$$

где  $x_{1i}$  – фактическое значение показателя оценки  $i$ -й составляющей экономической безопасности предприятия;  $x_{0i}$  – базовое значение показателя;  $\alpha = 0$ , если  $x_{0i} \rightarrow \max$ ;  $\alpha = -1$ , если  $x_{0i} \rightarrow \min$ .

Функциональные составляющие экономической безопасности в зависимости от отраслевой принадлежности предприятия могут иметь разные приоритеты соответствующего характера существующих угроз. С целью учета данных приоритетов вводятся коэффициенты весомости (коэффициенты

значимости) отдельных составляющих экономической безопасности, которые получаются на основе экспертных оценок.

Полученные коэффициенты весомости положены в основу определения интегрального показателя уровня экономической безопасности предприятия, который рассчитывается как средневзвешенная оценок составляющих:

$$P_s = \sum_{i=1}^m q_i \cdot P_i, \quad (3)$$

где  $q_i$  – коэффициент весомости  $i$ -й составляющей экономической безопасности предприятия;

$m$  – количество составляющих [2].

Авторами усовершенствован данный метод [6], а именно в него был встроен алгоритм адаптивного отбора параметров экономической безопасности предприятия и алгоритм форматизированного поиска коэффициентов весомости этих параметров.

Модель, получаемая на основе усовершенствованного метода, имеет вид:

$$IES = \sum_{p=1}^h w_p \cdot F_p - \sum_{u=1}^m w_u \cdot F_u, \quad (4)$$

где  $F_p, F_u$  – функциональные критерии позитивного (стимулирующего) и негативного (дестимулирующего) воздействия на экономическую безопасность предприятия соответственно;

$w_p, w_u$  – удельный вес значимости показателей;

$F_p, F_u$ ;  $h, m$  – количество показателей позитивного (стимулирующего) и негативного (дестимулирующего) воздействия на экономическую безопасность предприятия соответственно.

Также модель (4) можно представить в виде набора критериев, которыми можно управлять и соответственно, которыми нельзя управлять:

$$IES = \sum_{p=1}^h (w_p^c \cdot F_p^c) + (w_p^e \cdot F_p^e) - \sum_{u=1}^m (w_u^c \cdot F_u^c) + (w_u^e \cdot F_u^e), \quad (5)$$

где  $c, e$  – индексы показателей, указывающие на управляемость или неуправляемость функциональным критерием экономической безопасности предприятия.

При проведении исследования важную роль играют пороговые (граничные) значения показателей экономической безопасности.

Пороговые значения определяются как граничные величины (критерии), несоблюдение которых мешает нормальному развитию разных элементов воспроизводства, приводит к формированию негативных и разрушающих тенденций в экономической безопасности. Указанные величины выступают важным инструментом системного анализа, прогнозирования и социально-экономического планирования

на предприятии. Приближение показателей к граничным величинам свидетельствует о росте угроз экономической безопасности, а их превышение – о вхождении в зону нестабильности и социальных конфликтов, другими словами, о реальном подрыве безопасности.

Модели (4) и (5) состоят из двух сумм критериев стимулирующего и дестимулирующего воздействия, каждая из которых при наилучших показателях критериев экономической безопасности будет равна 1 и -1 соответственно. Следовательно, если  $IES = 0$  – предприятие находится в состоянии безопасности, если  $IES > 0$  – предприятие набирает потенциал безопасности, если значение индекса  $IES < 0$  – предприятие находится в зоне опасности его экономической деятельности.

В условиях рыночной экономики явления, порожденные переломо- и скачкообразными изменениями в короткие промежутки времени, вообще не поддаются долгосрочному прогнозно-количественному обоснованию. Здесь существует некая неопределенность параметров экономической среды [3]. Вместе с тем имеется большое количество экономических задач, в которых невозможно однозначно определить основные параметры и переменные модели изучаемого процесса или явления. В этом случае говорят, что принятие хозяйственного решения осуществляется в условиях неопределенности.

Неопределенность характеризуется тем, что она зависит от многих изменяющихся факторов, от действий контрагентов, поведение которых невозможно предугадать с принятой точностью. На повышение степени риска влияет также и отсутствие (неоднозначность) четко определенных целей и критериев оценки, сдвиги в общественных потребностях и потребительском спросе, непредусмотренное появление новых технологий и техники, смена конъюнктуры всемирного рынка, коррекция траектории движения, связанная с политическими причинами и сменой парадигмы развития общества, неопределенность природных явлений планетарного уровня [4].

В качестве метода описания неопределенности было выбрано интервальное представление факторов неопределенности. Вещественное интервальное число  $[x]$  – это некоторое односвязное подмножество из  $R$ . Также интервальное число  $[x]$  часто просто будет именоваться интервалом. Под интервалом  $[x] = [\underline{x}, \bar{x}]$ ,  $\underline{x} \leq \bar{x}$ , понимается замкнутое ограниченное подмножество вещественных чисел вида:

$$[x] = \{x \mid x \in R, \underline{x} \leq x \leq \bar{x}\}, \quad (6)$$

где  $\underline{x}, \bar{x}$  – левый и правый концы (нижняя и верхняя границы) интервала  $[x]$  соответственно [5].

Таким образом,  $\underline{x}$  есть наибольшее число слева от интервала  $[x]$ ,  $\bar{x}$  есть наименьшее число справа от этого интервала. Множество всех правильных интервалов обозначается через  $IR$ . Элементы множества  $IR$  называются также интервальными числами.

Учитывая основную теорему интервального анализа, которая гласит, что пусть  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – рациональная функция вещественных аргументов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  и для нее определен результат  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  подстановки вместо аргументов интервалов их измерений  $[x_1], [x_2], \dots, [x_n] \in IR$  и выполнения всех действий над ними по правилам интервальной арифметики, тогда  $\{f(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_1 \in [x_1], \dots, x_n \in [x_n]\} \subseteq \subseteq [f]([x_1], [x_2], \dots, [x_n])$  т.е.  $[f]([x_1], [x_2], \dots, [x_n])$  содержит множество значений функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  на  $([x_1], [x_2], \dots, [x_n])$  [6], следовательно, модель (5) в интервальной форме будет иметь следующий вид:

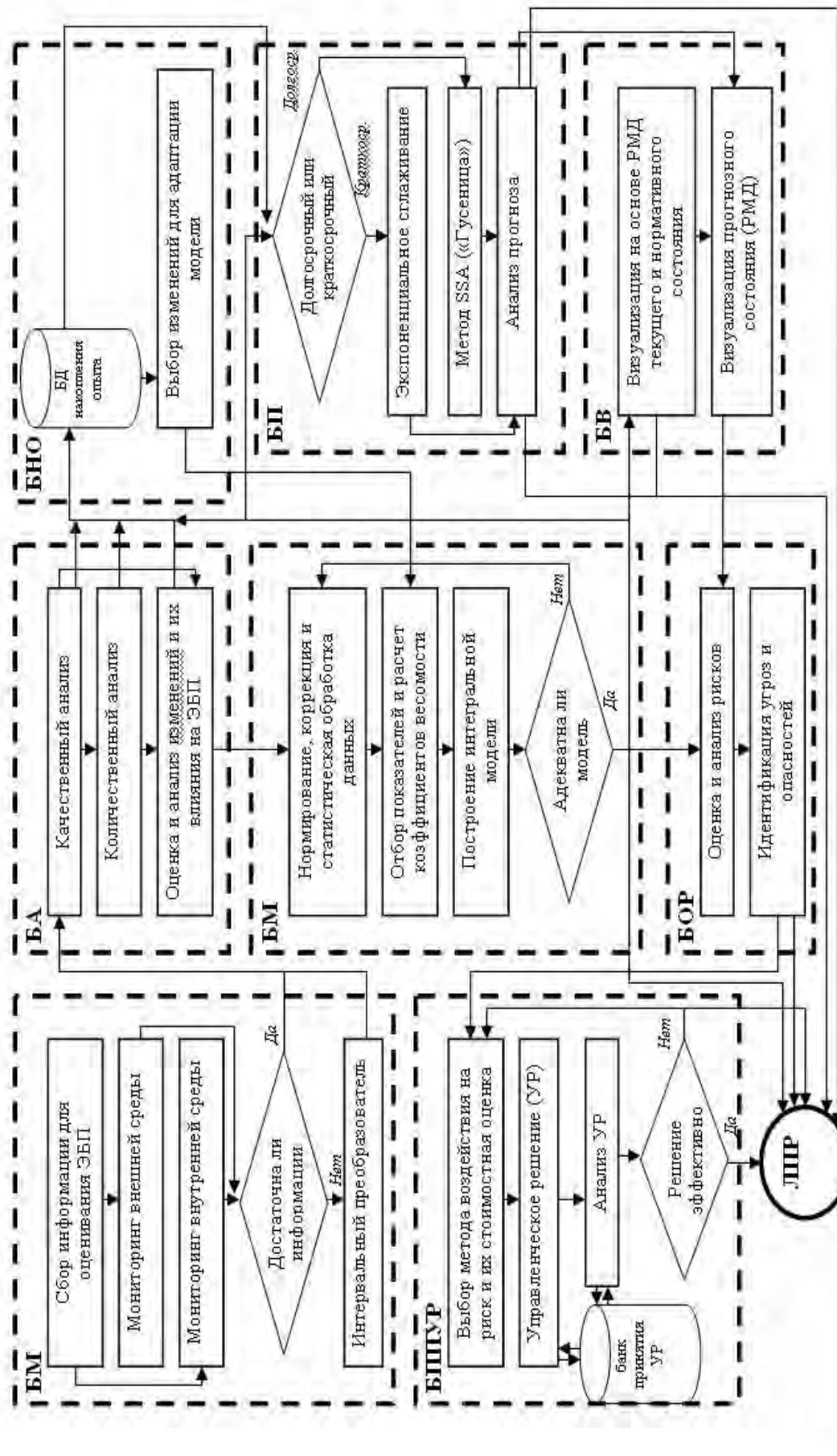
$$IES_{int} = \sum_{p=1}^h \left( w_p^c \cdot [F_p^c, \bar{F}_p^c] \right) + \left( w_p^e \cdot [F_p^e, \bar{F}_p^e] \right) - \sum_{u=1}^m \left( w_u^c \cdot [F_u^c, \bar{F}_u^c] \right) + \left( w_u^e \cdot [F_u^e, \bar{F}_u^e] \right), \quad (7)$$

где  $[F_p^c, \bar{F}_p^c]$ ,  $[F_p^e, \bar{F}_p^e]$ ,  $[F_u^c, \bar{F}_u^c]$ ,  $[F_u^e, \bar{F}_u^e]$  – интервальное представление функциональных критериев модели оценивания экономической безопасности предприятия.

Формирование модели оценивания и диагностики экономической безопасности предприятия, способной учитывать интервальную неопределенность в показателях, поможет решить широкий класс задач с высокой степенью неопределенности в исходных данных.

Также авторами была разработана информационная технология взаимодействия информационных потоков, процессов и средств моделирования и диагностики экономической безопасности машиностроительного предприятия в условиях неопределенности, которая, в отличие от существующих, основана на адаптивных методах моделирования уровня экономической безопасности предприятия, интервальных операциях и методах оценивания и визуализации сопутствующих рисков, что дает возможность разрабатывать и принимать соответствующие мероприятия для адаптации предприятия к этим изменениям.

Разработанная информационная технология (рис. 1) имеет в структуре последовательный набор алгоритмов и функциональных блоков:



БМ – блок мониторинга; БА – блок анализа; БМ – блок моделирования; БМО – блок накопления опыта; БП – блок прогнозирования; БВ – блок визуализации; БОР – блок оценки рисков; БШУР – блок поддержки принятия управленческих решений; ЛПР – лицо принимающее решение.

Рис. 1. Информационная технология взаимодействия информационных потоков, процессов и средств моделирования и диагностики экономической безопасности предприятия

– БМ – блок мониторинга (в блоке мониторинга проводится сбор информации о развитии внешней и внутренней среды, а также при необходимости проводится интервальное преобразование данных);

– БА – блок анализа (в блоке анализа проводится качественный и количественный анализ данных, делается оценка и анализ изменений и их влияния на уровень экономической безопасности предприятия);

– БМ – блок моделирования (в блоке моделирования проводится статистическая обработка данных, отбор факторов и построение (адаптация существующей) интегральной модели экономической безопасности);

– БНО – блок накопления опыта (в блоке накопления опыта проводится накопление данных из функциональных составляющих информационной технологии БМ, БА и БМ);

– БП – блок прогнозирования (в блоке прогнозирования совершается прогноз полученных данных в блоке моделирования);

– БВ – блок визуализации (в блоке визуализации проводится визуализация полученных данных на предыдущих этапах и алгоритмах информационной технологии);

– БОР – блок оценки рисков (в блоке оценивания рисков совершается оценка сопутствующих рисков и идентифицируются угрозы для экономической безопасности предприятия);

– БППУР – блок поддержки принятия управленческих решений (в данном блоке предлагается ряд решений для предотвращения рискованных ситуаций и оценивается эффективность этих решений).

На основании разработанной информационной технологии был разработан информационный продукт “Economic safety”, который включает в себя все вышеуказанные блоки и алгоритмы, написанный с помощью программного обеспечения Visual Basic (примеры окон программного продукта приведены на рис. 2).

Апробация предложенных моделей, методов и алгоритмов проводилась на основании данных о деятельности Государственной акционерной холдинговой компании «Артем».

ГАХК «АРТЕМ» является высокопроизводительным комплексом, оснащенным современным оборудованием, технологическими процессами, укомплектованным высокопрофессиональным составом ИТР и рабочих.

Данные для мониторинга экономической безопасности предприятия были взяты из открытых источников информации.

Временным интервалом мониторинга является период с 1 квартала 2010 года до 4 квартала 2012 года.

Все полученные данные были нормированы, приведены в сопоставимый вид, после чего из рядов извлечен линейный тренд (процесс детрендирования).

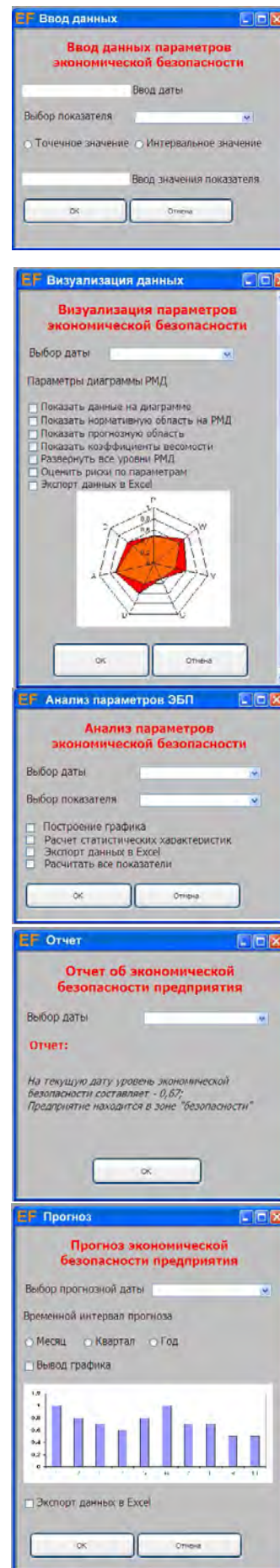


Рис. 2. Программный продукт “Economic safety”

Все ряди показателів були спрогнозовані на три періода вперед до 3 квартала 2013 года включительно. Прогнозування проводилось на основанні методу сингулярно-спектрального аналізу (Гусеница). Динаміка загального рівня економічної безпеки ГАХК «Артем», а також прогноз на три квартали приведені на рис. 3.

Аналіз показав, що найбільше вплив в ослабленні позиції економічної безпеки підприємства в 4 кварталі 2012 года оказали зниження динаміки внутрішніх стимулюючих факторів, а також збільшення значень внутрішніх дестимулюючих факторів. В 3 кварталі 2013 года спостерігається значительне збільшення значень зовнішніх і внутрішніх стимулюючих факторів при незначительному зменшенні зовнішніх і внутрішніх дестимулюючих факторів, що говорить об посиленні потенціала економічної безпеки ГАХК «Артем».

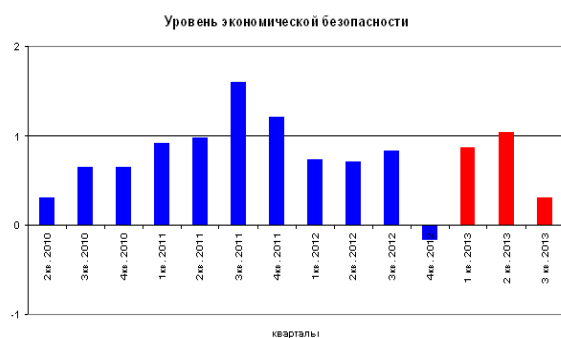


Рис. 3. Динаміка загального рівня економічної безпеки і прогноз ГАХК «Артем»

## Заключення

В подальшому, основним напрямком дослідження представляється удосконалення розроблених моделей, методів і алгоритмів в рамках

інформаційної технології діагностики економічної безпеки підприємств, а також спеціалізація розробленого програмного продукту.

## Список литературы

1. Сорокіна І.В. Теоретико-методологічні аспекти формування системи економічної безпеки підприємства [Текст] / І.В. Сорокіна // Актуальні проблеми економіки. Економіка та управління підприємствами: зб. наук. пр. – К., 2009. – Вып. 12 (102). – С. 114-122.
2. Камішинікова Е.В. Методика оцінки рівня економічної безпеки металургійного підприємства [Текст] / Е.В. Камішинікова // Актуальні проблеми економіки. Економіка та управління підприємствами: зб. наук. пр. – К., 2009. – Вып. 11 (101).
3. Солов'єва Н. Прогнозування і планування: ідеологічний конфлікт конвергенції «плана» і «ринка» в координатах постіндустріальної економіки [Текст] / Н. Солов'єва // Економіка України: сб. науч. тр. – К., 2009. – Вып. 3. – С. 15-26.
4. Гавва В.М. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків [Текст] / В.М. Гавва, Т.П. Раздимаха. – Х.: ХАИ, 2008. – 272 с.
5. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ [Электронный ресурс] / С.П. Шарый. – М.: XYZ, 2009. – 570 с. Режим доступа к книге: <http://www.sbras.ru/interval/Library/InteBooks/SharyBook.pdf>.
6. Раскин Л.Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения [Текст] / Л.Г. Раскин, О.В. Серая. – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
7. Вартамян В.М. Модель і метод діагування рівня економічної безпеки машинобудівного підприємства в умовах параметричної невизначеності / В.М. Вартамян, О.М. Скачков, Д.С. Ревенко // Вісник Національного університету Львівська політехніка. Автоматика, вимірювання та керування. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – №741. – С. 262-265.

Поступила в редколлегию 2.09.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Вартамян, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харків.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПАРАМЕТРИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

О.М. Скачков, Д.С. Ревенко, М.А. Грищенко

Розглянуто питання моделювання економічної безпеки машинобудівного підприємства в умовах невизначеності. Запропоновано вдосконалену модель оцінювання економічної безпеки підприємства, а також її інтервальну форму для випадку, коли деякі функціональні критерії невизначені. Наведено опис інформаційної технології взаємодії інформаційних потоків, процесів і засобів моделювання та діагностики економічної безпеки машинобудівного підприємства в умовах невизначеності. Запропоновані моделі, методи та алгоритми апробовані на основі даних про діяльність ДАХК «Артем».

**Ключові слова:** функціональні критерії, адаптивний відбір, інтервальні числа, інформаційні потоки, стимулюючі чинники.

## INFORMATION TECHNOLOGY FOR DIAGNOSIS ECONOMIC SAFETY ENGINEERING COMPANIES IN PARAMETRIC UNCERTAINTY

A.N. Skachkov, D.S. Revenko, M.A. Grishchenko

The problems of modeling economic safety of machine-building enterprises in the face of uncertainty. An improved model of estimation of economic security, as well as its form of interval for the case where some of the functional criteria are vague. The description of the interaction of information technology information flows, processes and tools for modeling and diagnostics of economic safety engineering enterprise in the face of uncertainty. The proposed models, methods and algorithms are tested on the basis of data on the activities of SJSHC "Artem".

**Keywords:** functional criteria, adaptive sampling, interval number, information flows, stimulating factors.