

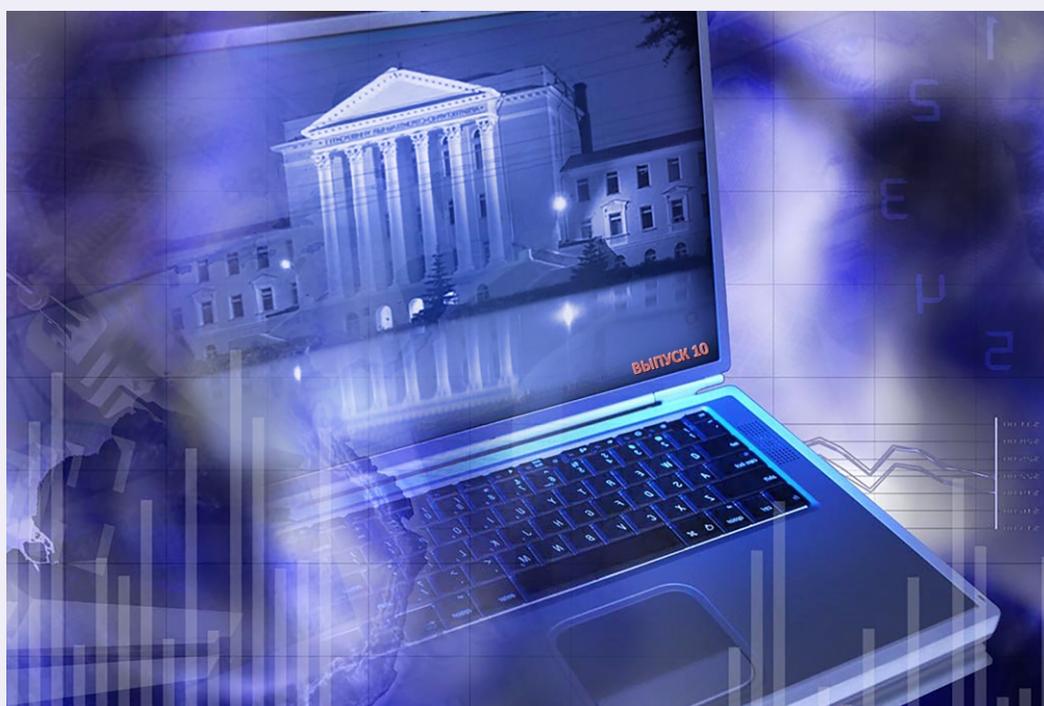


ISSN 2307-177X

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

- ◆ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
- ◆ ИНФОРМАЦИОННО - УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
- ◆ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНФЛИКТОЛОГИЯ
- ◆ АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ
- ◆ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ◆ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
- ◆ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ◆ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Серия:
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Выпуск №2, 2017г.

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

**ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**СЕРИЯ:
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Выпуск №2 (10)

Ноябрь, 2017

- ♦ **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ**
- ♦ **ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- ♦ **ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И
СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**
- ♦ **АЛГОРИТМЫ, ПРОГРАММЫ И
БАЗЫ ДАННЫХ**

ВОРОНЕЖ



НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

ВЫХОДИТ ДВА РАЗА В ГОД

**СЕРИЯ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ,
СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный технический университет»

Территория распространения - Российская Федерация

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ НАУЧНОГО ВЕСТНИКА:

С.А. Колодяжный, канд. техн. наук, доц.
О.Б. Рудаков, д-р хим. наук, проф.
И.С. Суровцев, д-р техн. наук, проф.
Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

Главный редактор - Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.
Зам. главного редактора - Д.В. Сысоев, канд. техн. наук, доц.
Ответственный секретарь - Н.В. Акамсина, канд. техн. наук, доц.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Авдеев В.П., д-р техн. наук, проф.	Голиков В.К., канд. техн. наук, доц.
Алгазинов Э.К., д-р техн. наук, проф.	Головинский П.А., д-р физ.-мат. наук, проф.
Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф.	Князева Т.Н., д-р техн. наук, проф.
Белоусов В.Е., канд. техн. наук, доц.	Курипта О.В., канд. техн. наук, доц.
Гасилов В.В., д-р экон. наук, проф.	<u>Сербулов Ю.С.</u> , д-р техн. наук, проф.

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы публикуются в авторской редакции.

© ВГУ, 2017

Подписано в печать 15.12.2017. Уч.-изд.л.12,4. Усл.-печ.л.14,3. Тираж: 500 экз. Заказ № 355. Бумага писчая.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии
394006, г.Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Уважаемые коллеги !

Вашему вниманию предлагается очередной выпуск научного издания: Научный вестник Воронежского государственного архитектурно – строительного университета.

Серия: «Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах».

Главная цель сериального издания – пропаганда информатизации в науке и технике, образовании, социально – экономической сфере и других областях человеческой деятельности:

- ¥ интегрированные информационные системы;*
- ¥ математическое моделирование и программирование;*
- ¥ искусственный интеллект и системы принятия решений;*
- ¥ активные системы и философия;*
- ¥ гипотезы, новые идеи и имитационное моделирование;*
- ¥ прикладные вопросы информатизации и многое др.*

Приветствуем своих читателей и приглашаем авторов к активному сотрудничеству.

*Главный редактор серии,
кандидат физ.-мат. наук, доцент*



Д.К. Проскурин

**Кафедра
информационных технологий и автоматизированного
проектирования в строительстве
представляет**

Специальность 09.04.02 Квалификация – магистр

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

Специальность 09.04.03 Квалификация – магистр

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Мы находимся в начале XXI века – века компьютеров и телекоммуникаций, века информации и технологий. Только обладая качественной и достоверной информацией можно добиться успеха в бизнесе и на производстве.

Эти специальности – Ваш шаг в будущее, это:

- ¥ интересная учеба и интересная работа;
- ¥ мир ЭВМ, сетей и телекоммуникаций;
- ¥ интеллектуальные системы, банки данных и базы знаний;
- ¥ бухгалтерские и планово – финансовые системы учета;
- ¥ системы автоматизированного проектирования;
- ¥ интегрированные информационные системы.

Обучение проводится по очной форме, в течение двух лет.

Магистры этих специальностей – это инженеры качественно нового уровня – специалисты в области компьютерных технологий, защиты информации и проектировании систем.

МЫ ЖДЕМ ВАС!

Телефон: (473) 276-39-72

E-mail: informsys_kaf@vgasu.vrn.ru



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ

<i>Глуценко С.В.</i> О принципе наименьшего действия для задачи оптимизации функции конфликта 7	<i>Gluschenko S.V.</i> On the principle of latest action for the problem of optimization of the function of the conflict 7
<i>Смольянинов А.В., Сакулина А.Ю., Шиловская А.Е.</i> Управление объектами высокого порядка с помощью типовых законов регулирования 9	<i>Smolyaninov A.V., Sakulina A.Y., Shilovskaya A.E.</i> Management of high-property objects by typical regulation laws 9
<i>Сысоев Д.В., Сысоева А.А.</i> Многомерные статистические методы исследования категорий конфликта и содействия в социальных группах 12	<i>Sysoev D.V., Sysoeva A.A.</i> Multivariate statistical research techniques of categories of conflict and contributing in social groups 12
<i>Кононов А.Д., Кононов А.А.</i> К вопросу исследования методов поляризационной селекции сигналов в задаче автоматизированного управления комплексом технологических машин ... 18	<i>Kononov A.D., Kononov A.A.</i> To the problem of research of methods of polarization selection of signals in the task of automated control of a complex of technological machines 18
<i>Сазонова С.А.</i> Обнаружение утечек в системах газоснабжения с помощью методов математической статистики 23	<i>Sazonova S.A.</i> Detection of leakage in gas supply systems by methods of mathematical statistics 23
<i>Добринина М.В.</i> Оптимизация инвестиционного портфеля Дж.Тобина для минимального риска 30	<i>Dobrina M.V.</i> Tobin investment portfolio optimization for minimal risk 30

ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Кононов А.Д., Кононов А.А.</i> Оценка взаимного влияния ортогональных каналов поляризационно-фазовой информационной системы в задачах радиолокационных наблюдений подстилающих поверхностей 34	<i>Kononov A.D., Kononov A.A.</i> Estimation of cross-coupling of orthogonal channels of the polarizable-phase intelligence system in problems of radar-tracking observations of underlying surfaces 34
<i>Акимов В.И., Полуказаков А.В., Лынов Я.В.</i> Разработка интегрированной системы моделирования в задачах автоматизации производственных процессов 38	<i>Akimov V.I., Polukoshko A.V., Linov J.V.</i> Development of integrated system simulation in the tasks of automation of production processes 38
<i>Епрынцева Н.А., Соколова А.В.</i> Технологии информационного моделирования 41	<i>Eprintseva N.A., Sokolova A.V.</i> Information modeling technologies 41
<i>Николенко С.Д., Сазонова С.А.</i> Проверка факта существования утечек при технической диагностике систем газоснабжения 43	<i>Nikolenko S.D., Sazonova S.A.</i> Inspection of the fact of existence of leaks with the technical diagnostics of gas supply systems 43
<i>Добринина М.В.</i> Линейный регрессионный анализ и прогноз посещаемости киноновинок 49	<i>Dobrina M.V.</i> Linear regression analysis and forecast of new films attendance 49
<i>Сысоева А.А.</i> Концепции создания мобильного мессенджера 54	<i>Sysoeva A.A.</i> Concepts of creation of the mobile messenger 54

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Сысоев Д.В. Логико - лингвистическая модель поддержки принятия решений по оценке взаимодействий информационной системы на этапе функционирования	58	Sysoev D.V. Logical - linguistic model of decision support for the assessment of interactions of the information system in the operational phase	58
Сазонова С.А. Формализация задачи диагностики утечек в системах газоснабжения без учета помех от стохастичности потребления	68	Sazonova S.A. Formalization of the problem of leak diagnostics in gas supply systems without accounting interference from consumption demand	68
Жидко Е.А., Леонов П.М. Методика оценки информационных рисков экономически важных и экологически опасных предприятий	76	Zhidko E.A., Leonov P.M. Methodology of assessing information risks economically important and environmentally hazardous enterprises	76

АЛГОРИТМЫ, ПРОГРАММЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

Маковий К.А. Проектирование информационной системы интеллектуализации процесса внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов	81	Makoviy K.A. Design of information system for virtual desktop infrastructure deployment intellectualization	81
Жданова О.А., Гурович О.В., Савченко Н.А. Использование метода ROC-анализа для определения индивидуального прогноза течения нефротического синдрома у детей	86	Zhdanova O.A., Gurovich O.V., Savchenko N.A. Using the method of ROC analysis to determine the individual prognosis of nephrotic syndrome in children	86
Добринина М.В. Итерационный алгоритм оптимизации инвестиционного портфеля в системе Matlab-Simulink	89	Dobrina M.V. Iterative algorithm for portfolio optimization in Matlab-Simulink system	89
Глушков А.И., Шенцева Л.Н. Доказательство критерия выпуклости функции без использования теоремы Лагранжа	93	Glushkov A.I., Shentsev L.N. The proof of the criterion of convexity of a function without using the theorem of Lagrange	93
Гречишников А.Л., Храмова Т.А. Проблемно - ориентированные информационные технологии по противодействию агрессивным акциям футбольных хулиганов, во время проведения Чемпионата мира по футболу 2018 года в России ...	95	Grechishnikov A.L., Khramtsova T.A. Problem - oriented information technologies to counter aggressive actions of football hooligans, during the World Cup 2018 in Russia	95
Жидко Е.А., Кирьянов К.А. Роль информационных рисков экономически важных и экологически опасных предприятий в системе управления деятельностью предприятия	98	Zhidko E.A., Kiryanov K.A. The role of information risk is economically important and ecologically dangerous enterprises in the performance management system of the enterprise	98
Курипта О.В., Ерусов В.О. Сравнительный анализ программных генераторов случайных чисел	102	Kuripta O.V., Erusov V.O. Comparative analysis of program random number generators	102
Жидко Е.А., Недоносков А.Б. Оптимизации устойчивости развития экономически важных и экологически опасных предприятий	110	Zhidko E.A., Nedonoskov A.B. Optimization of the stability of the development of economically important and environ-mentally hazardous enterprises	110



УДК 303.732

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
 "Военно-воздушная академия имени профессора
 Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина"
 Канд. техн. наук, доцент С.В. Глущенко
 Россия, г. Воронеж, E-mail: serjvladimir@rambler.ru

Military Training and Research Center of the Air Force "
 Air Force Academy named after N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin"
 Kand. tehn. Sciences, Associate Professor S.V. Gluschenko
 Russia, Voronezh, E-mail: serjvladimir@rambler.ru

С.В. Глущенко

**О ПРИНЦИПЕ НАИМЕНЬШЕГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ
 ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ КОНФЛИКТА**

Аннотация. В статье предлагается определение функций конфликта между системами. Функционирование этих функций, а также функций полезности этих систем предлагается анализировать на основе представления их как систем, которые могут находиться в различных состояниях с соответствующими вероятностями. Вероятности оптимального поведения систем предлагается оценить, используя принцип наименьшего действия

Ключевые слова: система, конфликт, организация системы, вариация, функция полезности, вероятность

S.V. Gluschenko

**ON THE PRINCIPLE OF LATEST ACTION FOR THE PROBLEM
 OF OPTIMIZATION OF THE FUNCTION OF THE CONFLICT**

Abstract. He article proposes the definition of conflict functions between systems. The functioning of these functions, as well as the utility functions of these systems, is proposed to be analyzed on the basis of their representation as systems that can be in different states with corresponding probabilities. Probabilities of optimal system behavior are suggested to be estimated using the principle of least action

Keywords: system, conflict, organization of the system, variation, utility function, probability

Функционирование произвольной саморазвивающейся системы направлено на достижение поставленной цели. Главная цель саморазвивающейся системы состоит в сохранении устойчивости системы. В процессе достижения цели система совершает

действия, связанные с затратой энергии при использовании имеющихся у системы ресурсов (совершает работу).

Пусть система принимает состояния $S_1, S_2, \dots, S_{(n-1)}$ с вероятностями

$$p_i = p_i(t), i = 1, 2, \dots, n - 1, q = 1 - p_1(t) - p_2(t) - \dots - p_{n-1}(t). \tag{1}$$

Можно предложить следующую квадратичную форму для линейно независимых вероятностей

$$U = \sum_{i=1}^{n-1} \alpha_i p_i^2 \tag{2}$$

Функция U для любого фиксированного набора вероятностей характеризует потенциал организации системы. Для определения динамики (кинетики) процесса организации составим следующую функцию

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} \beta_i p_i^2, \tag{3}$$

В силу внутренних причин или действия среды динамический процесс изменения уровня организации системы, чтобы быть оптимальным, должен подчиняться принципу наименьшего действия [1].

$$\delta \int_0^t H(t) dt = 0. \quad (4)$$

Вариация интеграла по времени равна нулю. Уравнение Лагранжа примет вид системы:

$$\frac{\partial H}{\partial p} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial H}{\partial \dot{p}_i} \right) = 0.$$

Решая каждое уравнение, определяются $p_i(t)$ - вероятности, соответствующие оптимальному процессу изменения уровня организации системы.

Самоорганизующаяся система S должна обладать определенным потенциалом для своего функционирования. Теоретически S может обладать достаточным ресурсом (r), уровнем организации (o), позволяющими функционировать системе в замкнутом режиме достаточно длительное время. Но, так как ресурсы системы не бесконечны и претерпевают убывание с течением времени, связанное с расходами на обеспечение внутрисистемных связей, то замкнутая система обречена рано или поздно на дезинтеграцию. Следовательно, в ходе своего развития система должна вступать в отношения с другими самоорганизующимися системами, обладающими ресурсами, с целью возобновления затраченных собственных ресурсов. Такими отношениями могут быть сотрудничество (содействие) или конфликт. Сотрудничество предполагает взаимовыгодный обмен ресурсами по определенным схемам и условиям. В условиях конфликта системы в процессе взаимодействия стремятся завладеть как можно большим количеством ресурса соперника, в то же время, пытаясь сберечь как можно больше свой ресурс.

Рассмотрим ситуацию, при которой система $S_2(o_2, r_2)$ вступает в борьбу с системой $S_1(o_1, r_1)$ с целью обладания r_1 . В этом случае полезность $S1$ снижается, т. е.

$$q_1(S_1, S_2) < q_1(S_1)$$

Если система $S1$ оказывает противодействие системе $S2$, то соответственно

$$q_2(S_1, S_2) < q_2(S_2)$$

где $q1(S1)$ ($q2(S2)$) - функция полезности системы $S1$ ($S2$) до взаимодействия с системой $S2$ ($S1$), а $q1(S1, S2)$ ($q2(S1, S2)$) - при взаимодействии.

Конфликт со стороны $S2$, направленный на $S1$, можно оценить, определив функцию конфликта

$$c_1(S_1, S_2) = q_1(S_1) - q_1(S_1, S_2). \quad (5)$$

Аналогично можно оценить конфликт со стороны $S1$, направленный на $S2$.

$$c_2(S_1, S_2) = q_2(S_2) - q_2(S_1, S_2). \quad (6)$$

Анализируя $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$ на различных временных интервалах функционирования систем, можно оптимизировать их, развивая конфликт в нужном направлении. Конфликт может усиливаться (причем не исключена его эскалация), ослабевать (вплоть до внезапного его прекращения), поддерживаться в некотором устойчивом состоянии (в этом случае нужно искать ограничения на $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$).

Поведение систем в условиях конфликта зависит от поставленных системами целей до взаимодействия, ресурсов систем и уровня их организации. Кроме того важнейшим фактором поведения системы является склонность системы к риску или отсутствие таковой. Без ограничения общности будем рассматривать функции полезности систем монотонно – возрастающими. Система считается склонной к риску, если ее функция полезности выпукла вниз, и несклонной к риску, если ее функция полезности выпукла вверх [2].

В том случае, если для функций $c_1(S_1, S_2)$, $c_2(S_1, S_2)$, $q_1(S_1)$, $q_2(S_2)$ адаптировать изложенную схему применения принципа наименьшего действия, т.е. поставить в соответствие каждой из функций систему с определенной организацией с целью вычисления оценок вероятностей оптимальных состояний систем

$$p_i = p_i(t), i = 1, 2, \dots, n - 1, q = 1 - p_1(t) - p_2(t) - \dots - p_{n-1}(t).$$

Библиографический список

1. Глущенко С.В. Принцип наименьшего действия и функционирование систем / Современная Россия: исследование социально-экономических отношений. Материалы межвузовской научно-практической

конференции. – Институт экономики и права. Воронеж: ИЭП, 2006. - 264 с.

2. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М: Радио и связь, 1981. - 560 с.

УДК 681.5.033

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент А.В. Смольянинов
E-mail: a.v.smolyaninov@yandex.ru
студент А.Ю. Сакулина, E-mail: sakulina97@bk.ru
студент А.Е. Шиловская, E-mail: shilovskaya.alina@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
A.V. Smolyaninov, E-mail: a.v.smolyaninov@yandex.ru
Student A.Y. Sakulina, E-mail: sakulina97@bk.ru
Student A.E. Shilovskaya, E-mail: shilovskaya.alina@mail.ru
Russia, Voronezh

А.В. Смольянинов, А.Ю. Сакулина, А.Е. Шиловская

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ПОМОЩЬЮ ТИПОВЫХ ЗАКОНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением типовых законов регулирования при управлении объектами, математические модели которых характеризуются передаточными функциями высокого порядка

Ключевые слова: аппроксимация, типовые законы регулирования, адекватность, инерционное звено, синтез

A.V. Smolyaninov, A.Y. Sakulina, A.E. Shilovskaya

MANAGEMENT OF HIGH-PROPERTY OBJECTS BY TYPICAL REGULATION LAWS

Abstract. The article gives a detailed analysis of issues related to the application of model laws of regulation in the management of objects, whose mathematical models are characterized by high-order transfer functions

Keywords: approximation, model laws of regulation, adequacy, relaxation circuit, synthesis

Анализ современного производства показывает, что на предприятиях имеется достаточное количество квалифицированных кадров, способных работать с типовыми законами регулирования, такими как пропорциональный (П), пропорционально - интегральный (ПИ), пропорционально - интегральный дифференциальный (ПИД). В частности, достаточно широкое распространение в промышленности находит ПИД закон регулирования. На наш взгляд, это обусловлено тем, что с точки зрения теории автоматического управления, ПИД-регулятор позволяет полностью управлять размещением полюсов для объектов, которые характеризуются инерционным звеном второго порядка.[3]

Вместе с тем, намечается тенденция увеличения сложности технологического оборудования, что приводит к увеличению сложности математических моделей, используемых при синтезе алгоритмов управления. Передаточная функция объекта может оказаться линейной в окрестностях рабочей точки, но будет достаточно высокого порядка.

Современная теория управления позволяет синтезировать алгоритмы для объектов, представленных моделями любой сложности.[2] Однако, учитывая, что производство ориентируется на эксплуатацию относительно простых систем управления, не требующих навыков программирования, то уже на этапе синтеза, при реализации требуемых показателей качества, целесообразно сводить законы регулирования к типовым. В частности, если объект характеризуется инерцион-

ным звеном второго порядка, и к замкнутой системе предъявляются требования нулевой установившейся ошибки при постоянных или медленно меняющихся возмущающих воздействиях, а так же установлены максимальные значения времени регулирования и перерегулирования, то при синтезе системы методом назначения полюсов получим регулятор вида:

$$W(s) = \frac{P^n(s)}{sL^{n-1}(s)}, \quad (1)$$

где $P^n(s)$ и $L^{n-1}(s)$ полиномы степени n и $n-1$ соответственно, n – порядок характеристического уравнения объекта управления. Нетрудно видеть, что при $n=2$ выражение (1) соответствует ПИД закону регулирования. В соответствии с вышеизложенным, для того чтобы в результате синтеза алгоритма управления был получен ПИД-закон регулирования необходимо, чтобы объект аппроксимировался инерционным звеном второго порядка. Последнее делает актуальной задачу, связанную с понижением порядка математической модели объекта регулирования.

В качестве примера рассмотрим объект управления, который характеризуется передаточной функцией n -ого порядка:

$$\frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)\dots(T_ns+1)}. \quad (2)$$

Из курса теории автоматического управления известно, что переходной процесс в системе определяется медленными полюсами, что позволяет сделать предположение о возможности отбрасывания быстрых полюсов тем самым понизив порядок модели объекта управления до требуемого. Расчеты показывают, что подобный подход возможен лишь в случае явно выраженных медленных полюсов (рис. 1). Однако, если медленные полюсы не являются явно выраженными, пренебрежение влиянием быстрых полюсов приводит к существенным ошибкам аппроксимации (рис. 2), что неизбежно скажется на показателях качества синтезируемой системы. Анализ переходных процессов, приве-

денных на рис. 2, показывает, что для достижения приемлемой точности, модель, полученную отбрасыванием быстрых полюсов, необходимо дополнить звеном запаздывания (рис.3). Следует отметить, что при синтезе алгоритма управления это приводит не к упрощению, а к усложнению модели, поскольку звено запаздывания приходится раскладывать в ряд Паде, что приводит к появлению не только полюсов, но и нулей.

Другим подходом, позволяющим понизить порядок модели объекта регулирования, является использование метода наименьших квадратов. В этом случае, аппроксимирующая кривая второго порядка проходит максимально близко к выходной характеристике объекта, как в случае явно (рис. 4), так и в случае не явно (рис.5) выраженных медленных полюсов.

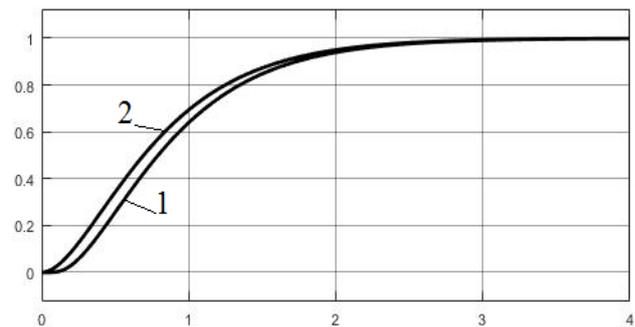


Рис.1. Переходной процесс при отбрасывании явно выраженных быстрых полюсах, 1- исходная модель; 2 – аппроксимирующая модель

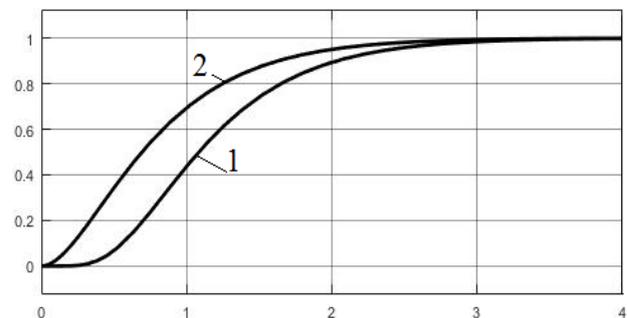


Рис.2. Переходной процесс при отбрасывании слабо выраженных быстрых полюсах: 1- исходная модель; 2 – аппроксимирующая модель

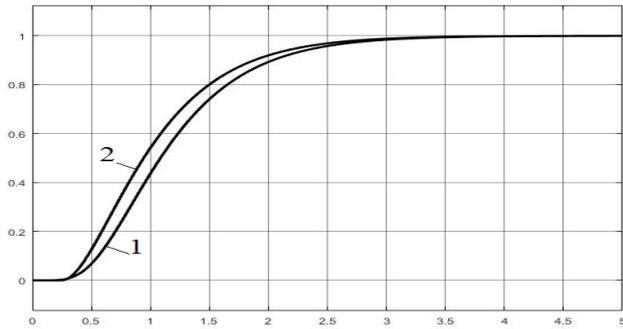


Рис.3. Переходной процесс при отбрасывании слабо выраженных быстрых полюсах: 1- исходная модель; 2 – аппроксимирующая модель с запаздыванием

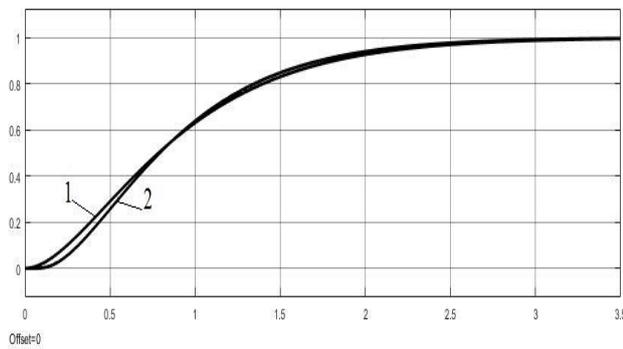


Рис.4. Переходной процесс при явно выраженных быстрых полюсах: 1-исходного объекта; 2-объекта, аппроксимированного методом наименьших квадратов

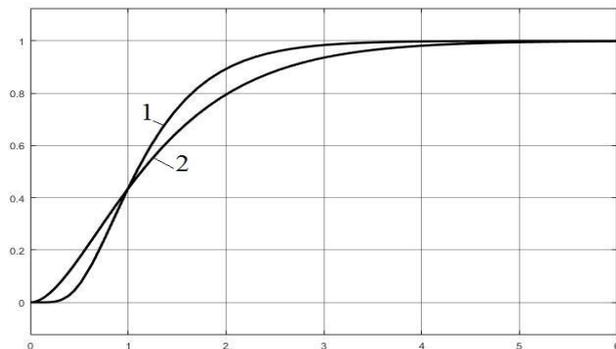


Рис.5. Переходной процесс при не явно выраженных быстрых полюсах: 1-исходного объекта; 2-объекта, аппроксимированного методом наименьших квадратов

Анализ кривых, приведенных на рис. 1-5 позволяет сделать вывод, что при явно выраженных медленных полюсах для понижения порядка модели объекта целесообразно отказаться от учета влияния быстрых полю-

сов, что позволяет достаточно просто получить искомую передаточную функцию. Однако, с ростом влияния быстрых полюсов на выходной процесс объекта, для аппроксимации целесообразно использовать метод наименьших квадратов.

После понижения порядка модели объекта управления, используя метод назначения полюсов [1], для заданных времени регулирования и перерегулирования, был синтезирован алгоритм управления (ПИД-регулятор). Анализ результатов моделирования (рис. 6,7) показывает, что при явно выраженных медленных полюсах показатели качества в замкнутых системах с объектом, представленным исходной и аппроксимированной моделями практически идентичны. Однако в случае не явно выраженных медленных полюсах выходные процессы в замкнутых системах с объектом, представленным исходной и аппроксимированной моделями, существенно различаются, но требуемые показатели качества достигаются.

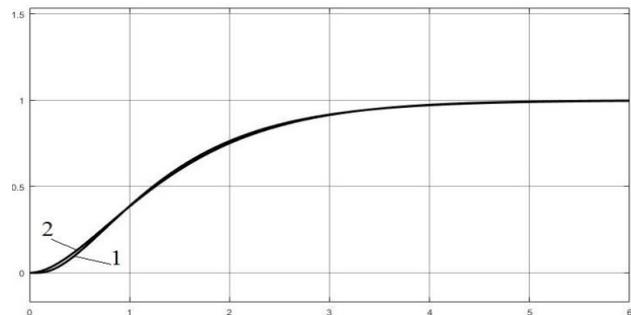


Рис.6. Переходной процесс в замкнутой системе при явно выраженных быстрых полюсах: 1- аппроксимирующая модель объекта; 2-исходная модель объекта

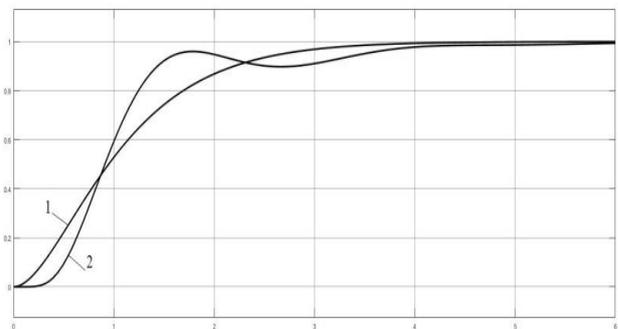


Рис.7. Переходной процесс в замкнутой системе при слабо выраженных быстрых полюсах: 1- аппроксимирующая модель объекта; 2-исходная модель объекта

Таким образом, в соответствии с проведенными выше расчетами можно сформулировать алгоритм синтеза ПИД-закона регулирования для объектов высокого порядка:

- методом наименьших квадратов или путем отбрасывания полюсов проводится аппроксимация объекта управления инерционным звеном второго порядка;

- методом назначения полюсов, в соответствии с требуемыми показателями качества регулирования синтезируется алгоритм управления для объекта, аппроксимированного инерционным звеном второго порядка (получение ПИД-закона регулирования);

- полученные результаты, после проверки достижения требуемых показателей качества, распространяются на исходный объект.

Тем самым, применение предлагаемого алгоритма синтеза ПИД-закона регулирования для объектов высокого порядка поз-

воляет остаться в рамках типовых законов управления, что при условии обеспечения заданных требования технологического регламента позволяет отказаться от предъявления повышенных квалификационных требований к персоналу, обслуживающему систему.

Библиографический список

1. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления / Гудвин Г.К., Гребне С.Ф., Сальгадо М.Э. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

2. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования / Бесекерский В.А., Попов Е.П. – М. : Профессия, 2003. – 752 с.

3. Воронов А.А. Основы теории автоматического регулирования и управления / Воронов А.А. – Учеб. пособие для вузов. – М. : Высш. школа, 1977. – 519 с.

УДК 62-50

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
магистр А.А. Сысоева
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sysoevd@yandex.ru*

*Voronezh State Technical University
Cand. of Engineering Sciences, Associate Prof. D.V. Sysoev
Undergraduate A.A. Sysoeva
Russia, Voronezh, E-mail: Sysoevd@yandex.ru*

Д.В. Сысоев, А.А. Сысоева

МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТЕГОРИЙ КОНФЛИКТА И СОДЕЙСТВИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ ГРУППАХ

Аннотация. Рассматриваются возможности использования методов многомерной статистики в процессах анализа динамики поведения социальных групп в условиях формирования коалиций конфликта, согласия и безразличия

Ключевые слова: конфликт, статистические методы, социальные группы

D.V. Sysoev, A.A. Sysoeva

MULTIVARIATE STATISTICAL RESEARCH TECHNIQUES OF CATEGORIES OF CONFLICT AND CONTRIBUTING IN SOCIAL GROUPS

Abstract. The possibilities of usage of methods of multivariate statistics are considered during the analysis speakers of behavior of social groups in conditions of creation of coalitions of conflict, consent and indifference

Keywords: conflict, statistical methods, social groups

Допустим, что на промежутке времени $t \in T$ действует некоторая социальной группа СП (определение СП в [1]) $S = \{S_i\}_{i=1, N}$ по достижению общей цели W причем \forall

$S_i \exists$ своя локальная цель W_i , достижение которой оценивается эффективностью $X_i(t) \in D_i, i = 1, N$. Понятно, что при таком подходе ситуация взаимовлияний в группе характеризует системные свойства, определяющие эффективность стратегий по достижению

© Сысоев Д.В., Сысоева А.А., 2017

общей цели и ее наличие не в коей мере не является признаком того, что члены группы не могут конфликтовать по поводу своих полезностей. Они могут находиться во взаимоотношениях содействия, безразличия или независимости между собой в процессе достижения общей цели, а возникающие при этом конфликты, нарушают системное единство в группе.

Предположим, что действия каждого члена направлены таким образом, чтобы максимизировать свою полезность ($X_i(t) \rightarrow \max$) в ограничениях, определяемых рамками социальной системы S . Тогда в каждый момент в соответствии с введенными в [2] определениями, можно говорить:

$S_i > I S_j$ (S_i конфликтует с S_j) на $D_i \times D_j$, если влияние S_i на S_j таково, что с возрастанием функции $X_i(t)$ функция $X_j(t)$ убывает (положительное, с точки зрения своей функции полезности, действие S_i снижает полезность S_j);

$S_i > I_c S_j$ (S_i содействует S_j) на $D_i \times D_j$, если влияние S_i на S_j таково, что с возрастанием функции $X_i(t)$ функция $X_j(t)$ также возрастает (положительное, с точки зрения своей функции полезности, действие S_i повышает полезность S_j);

$S_i > I_n S_j$ (отношение безразличия или независимости) на $D_i \times D_j$, если влияние S_i на S_j таково, что с возрастанием функции $X_i(t)$ функция $X_j(t)$ не изменяется (положительное, с точки зрения своей функции полезности, действие S_i не меняет полезность S_j);

Будем считать, что функции $X_i(t)$ могут быть количественно измерены в каждый момент времени t и СП функционирует в условиях действия на нее случайного поля. Это приводит к тому, что в интервале времени $t \in T$ необходимо рассматривать вектор случайных функций $X_s(t) = (X_1(t), X_2(t), \dots, X_N(t))$, каждая из которых в фиксированный момент времени $t = t_k$ образует так называемое сечение $x_{i1}(t_k), x_{i2}(t_k), \dots, x_{in}(t_k)$.

Это приводит к тому, что действие СП в целом характеризуется матрицей наблюдений

$$X_s = [x_{ij}(t_k)]_{N \times n}, \quad (1)$$

позволяющей провести статистический анализ взаимодействий членов социальной группы с точки зрения отношений $>I, >I_c, >I_n$, используя в качестве критерия наличия рассматриваемых отношений выборочный коэффициент корреляции $r_{x_i x_j}$ для $X_i, X_j \subset X_s$: $r_{x_i x_j} < 0 \Leftrightarrow S_i > I S_j, r_{x_i x_j} > 0, \Leftrightarrow S_i > I_c S_j, r_{x_i x_j} = 0 \Leftrightarrow S_i > I_n S_j$ [3].

Использование коэффициентов корреляции при анализе стохастической системы S позволяет с помощью метода корреляционных плеяд выделить из S подгруппы людей (назовем их ядрами) в соответствии с рассматриваемыми отношениями, а именно:

1) корреляционные плеяды, в которых связи между членами социальной группы характеризуются отрицательными коэффициентами корреляции;

2) корреляционные плеяды, в которых связи между членами социальной группы характеризуются положительными коэффициентами корреляции;

3) подгруппу членов, в которой наблюдается независимость случайных величин X_i .

Понятно, что такие построения по определению приводят к упрощению рассматриваемой модели, а именно к симметричности рассматриваемых отношений, однако позволяют эффективно использовать для анализа корреляционные плеяды.

Исследование динамики отношений $>I, >I_c, >I_n$ представляет собой один из этапов анализа функционирования системы S , который заключается в сравнении состояний этих отношений для различных серий реализаций функционирования S .

Для этих целей на множестве случайных параметров (величин) X_s , а следовательно и $S, \forall t \in T$ введем: $\Theta(t) = \Theta(>I, t)$ - ядро конфликта; $\Theta_c(t) = \Theta(>I_c, t)$ - ядро согласия; $\Theta_n(t) = \Theta(>I_n, t)$ - ядро безразличия; |

$\Theta(t)$, $|\Theta_c(t)$, $|\Theta_n(t)$ - мощности ядер соответственно конфликта, согласия и безразличия (число ребер $e_{xy}(t)$, $(x, y \in X_s)$ плеяд, для которых в момент времени t соответственно $r_{xy}(t) < 0$, > 0 , $= 0$).

Эти обозначения позволяют провести некоторую условную классификацию рассматриваемых отношений. Не теряя общности, приведем ее для отношения конфликта $>I$, первоначально предполагая существование на X_s одного ядра $\Theta(t)$.

Будем считать, что для t_1 и t_2 , ($t_2 > t_1$, $t_1, t_2 \in T$) конфликт является усиливающимся, если конфликт образуют те же самые ребра плеяды, $|\Theta(t)| = \text{const}$ и $\sigma(t_2) = \sum |r_{xy}(t_2)| > \sum |r_{xy}(t_1)| = \sigma(t_1)$ по всем $e_{xy}(t)$, для которых $r_{xy}(t) < 0$; ослабевающим, если конфликт образуют те же самые ребра плеяды, $|\Theta(t)| = \text{const}$ и $\sigma(t_2) = \sum |r_{xy}(t_2)| < \sum |r_{xy}(t_1)| = \sigma(t_1)$ по всем $e_{xy}(t)$, для которых $r_{xy}(t) < 0$; не изменяющимся, если конфликт образуют те же самые ребра плеяды, $|\Theta(t)| = \text{const}$ и $\sigma(t_2) = \sum |r_{xy}(t_2)| = \sum |r_{xy}(t_1)| = \sigma(t_1)$ по всем $e_{xy}(t)$, для которых $r_{xy}(t) < 0$; более мощным, если $|\Theta(t_2)| > |\Theta(t_1)|$; менее мощным, если $|\Theta(t_2)| < |\Theta(t_1)|$; исчезающим, если $0 = |\Theta(t_2)| < |\Theta(t_1)|$; возникающим, если $|\Theta(t_2)| > |\Theta(t_1)| = 0$.

Если же на X существуют несколько ядер конфликта $\Theta_1(t)$, $\Theta_2(t)$, ..., $\Theta_k(t)$: $\Theta_1(t) \cap \Theta_2(t) \cap \dots \cap \Theta_k(t) = \emptyset$ - то имеем не связный конфликт, $\Theta_1(t) \cap \Theta_2(t) \cap \dots \cap \Theta_k(t) \neq \emptyset$ - то имеем связный конфликт, $\Theta_1(t) \cap \Theta_2(t) \cap \dots \cap \Theta_k(t) = \Theta(t)$ - совпадающий конфликт.

В целом для t_1 и t_2 , ($t_2 > t_1$, $t_1, t_2 \in T$) будем говорить: о затухающем конфликте, если для него $\sum_i^k \sigma_i(t_2) < \sum_i^k \sigma_i(t_1)$ и (или) $\sum_i^k |\Theta_i(t_2)| < \sum_i^k |\Theta_i(t_1)|$ (для этого класса характерно уменьшение количества связей в ядрах между конфликтующими членами СП от одной серии реализации функционирования системы к другой, уменьшение количества ядер конфликта, ослабление связей между конфликтующими параметрами); о возраст-

тающем конфликте, если для него $\sum_i^k \sigma_i(t_2) > \sum_i^k \sigma_i(t_1)$ и (или) $\sum_i^k |\Theta_i(t_2)| > \sum_i^k |\Theta_i(t_1)|$ (для этого класса характерно увеличение количества связей в ядрах между конфликтующими параметрами от одной серии реализаций процесса к другой, увеличение количества ядер конфликта, усиление связей между конфликтующими параметрами).

Наибольший интерес и одновременно сложность при анализе вызывает та ситуация, когда одновременно могут исчезать одни связи между конфликтующими параметрами в ядрах и появляться другие, исчезать одни ядра конфликта, образовываться новые, ослабевать одни связи и усиливаться другие. Нередки также случаи, когда конфликт полностью исчезает или образуется новый.

Понятно, что в процессе функционирования системы рассматриваемые классы отношений могут присутствовать одновременно для каждого отдельного ядра. Аналогичную классификацию можно привести и для отношений $>I_c$ и $>I_n$. В последнем случае не характерны классы усиления и ослабления, так как здесь $r_{xy}(t) = 0$.

Изучение выше описанных возможных классов состояний конфликта, согласия и безразличия в процессе функционирования стохастической системы S целесообразно с целью :

- определения социальных причин развития рассматриваемых отношений (конфликта) в ту или иную сторону;
- прогнозирования тенденций изменения рассматриваемых отношений (конфликта);
- определения комплекса мер по воздействию на процесс для направления развития конфликта в нужную сторону.

Сравнительный анализ отношений предполагает как качественное сравнение классов состояний в различных сериях реализаций функционирования S , проиллюстрированное выше, так и количественное.

Усиление или ослабление связей между конфликтующими параметрами можно оценить численно сравнивая ядра конфликта,

полученные в различных сериях реализаций процесса. Говоря о численном сравнении ядер конфликта, будем подразумевать сравнение оценок ядер, полученных в различных сериях реализаций S.

Сравнивая ядра конфликта в сечениях $t = t_k$ и $t = t_l$ можно говорить об их эквивалентности или неэквивалентности в широком и узком смыслах. Поскольку ядра определяют статистические ряды (выборки), то их сравнение можно провести статистическими методами также как это предлагается в [4].

Для этих целей по множеству X_s в соответствии с ядрами $\Theta(t_k)$ и $\Theta(t_l)$ формируется статистика в виде матриц $\mathbf{X}(\Theta(t_k)) = \mathbf{X}(t_k) = [x_{ij}(t_k)]$ размерностью $m_1 \times n_1$ и $\mathbf{X}(\Theta(t_l)) = \mathbf{X}(t_l) = [x_{ij}(t_l)]$ размерностью $m_2 \times n_2$, где m_k и n_k число случайных функций, участвующих в формировании ядра в сечениях $t = t_k$ и $t = t_l$, а n_1 и n_2 – объемы соответствующих выборок.

В рамках статистического анализа эквивалентности в узком смысле предлагается рассмотреть совокупности оценок математических ожиданий $M_x(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)\}$ и оценок корреляционных матриц $K(t) = [K_{ij}]$, $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, m}$, элементами которых в общем случае являются взаимные корреляционные функции $K_{ij} = K_{ij}(t_k, t_l)$. Очевидно, что $K_{ij}(t_k, t_l) = K_{ji}(t_k, t_l)$ и при $k = l$ $K_{ij}(t_k, t_l) = K_{ij}$ – оценки корреляционных моментов случайных величин X_i и X_j в сечении $t = t_k$.

Не теряя общности, здесь и далее предполагается $m_1 = m_2 = m$, что в общем случае не оказывает влияние на дальнейшие рассуждения.

С точки зрения установления силы связей между случайными функциями в различных сечениях представление дают матрицы оценок коэффициентов корреляции

$$\mathbf{r} = [r_{ij}], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, m},$$

где в общем случае $r_{ij} = r_{ij}(t_k, t_l)$; $r_{ij}(t_k, t_l) = r_{ji}(t_k, t_l)$ и при $k = l$ $r_{ij}(t_k, t_l) = r_{ij}$ – оценка коэффициента корреляции между случайными функциями X_i и X_j .

Применяя теперь процедуры проверки

многомерного статистического анализа на эквивалентность ядер конфликта можно оценить значимое расхождение оценок векторов средних и оценок ковариационных матриц. При этом правильнее говорить не о эквивалентности, а о квазиэквивалентности.

Если производится анализ квазиэквивалентности относительно векторов средних при условии, что ковариационные матрицы исследуемых сечений равны, но неизвестны, можно использовать T^2 -критерий Хотеллинга, так как в нем используются обобщенные оценки структуры связей. Вычисляется статистика

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (M_x(t_k) - M_x(t_l)) S^{-1} (M_x(t_k) - M_x(t_l))^T, \quad (2)$$

где $S = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} (X_k X_k^T + X_l X_l^T)$ – обобщенная ковариационная матрица; $X_k = [x_{ij}(t_k) - x(t_k)]$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n_1}$ – матрица наблюдений при $t = t_k$ в форме отклонений размерностью $m \times n_1$; $X_l = [x_{ij}(t_l) - x(t_l)]$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n_2}$ – матрица наблюдений при $t = t_l$ в форме отклонений размерностью $m \times n_2$;

Гипотеза о квазиэквивалентности ядер $\Theta(t_k)$ и $\Theta(t_l)$ относительно вектора средних (вектора математических ожиданий) принимается, если

$$T^2 < F(\alpha) \frac{(n_1 + n_2 - 2)m}{n_1 + n_2 - m - 1}, \quad (3)$$

где $F(\alpha)$ ищется по таблице распределения Фишера (F-распределение) с $\nu_1 = m$ и $\nu_2 = (n_1 + n_2 - m - 1)$ степенями свободы и уровнем значимости α .

Критерий T^2 целесообразно также применять в тех случаях, если предполагается, что корреляционные связи в исследуемых сечениях различаются несущественно ($K(t_k) \cong K(t_l)$). В случае, когда различия корреляционных матриц существенны и $n_1 = n_2 = n$, то проверку гипотезы о равенстве векторов средних также можно провести по T^2 -критерию. При этом формула (2) будет отличаться лишь сомножителем: вместо $n_1 n_2 / (n_1 + n_2)$ будет n , а число степеней свобо-

ды в формуле (3) $v_1 = m$, $v_2 = n-1$.

Если же есть основания считать существенными различия корреляционных матриц и $n_1 \neq n_2$, то сравнение средних можно осуществить с помощью критерия Беренса - Фишера.

Пусть для определенности $n_1 < n_2$. Тогда формула критерия имеет вид $T_6^2 = n_1 (M_x(t_k) - M_x(t_l)) S^{-1} (M_x(t_k) - M_x(t_l))^T$, где $(n_1-1)S = U_k U_k^T$; $U_k = [u_{ij} - u_i]$, $i=1, m$, $j=1, n_1$ - матрица отклонений размерностью $m \times n_1$;

$u_i = (\sum_{j=1}^{n_1} u_{ij})/n_1 \quad \forall i=1, m$; $u_{ij} = x_{ij}(t_k) - \sqrt{n_1/n_2} x_{ij}(t_l)$, $i=1, m$; $j=1, n_1$.

Случайная величина T_6^2 имеет F-распределение (Фишера) с $v_1 = m$ и $v_2 = n-1$ степенями свободы. Гипотеза о равенстве векторов средних принимается, если $T_6^2 < F(\alpha) \frac{(n_1-1)m}{n_1-m}$.

Для последнего случая, Кульбаком предлагается также критерий

$$W = (M_x(t_k) - M_x(t_l)) ((K(t_k)/n_1) + (K(t_l)/n_2))^{-1} (M_x(t_k) - M_x(t_l))^T,$$

где $K(t_k)$ и $K(t_l)$ - оценки ковариационных матриц.

Гипотеза о равенстве векторов средних принимается, если величина W меньше табличного значения χ^2 (хи-квадрат) с числом степеней свободы $v = m$ и уровнем значимости α .

Если два ядра конфликта признаются квазиэквивалентными по вектору средних, то это является признаком того, что центр

ядра не сместился, В противном случае, наблюдается смещение центра - ядро конфликта перемещается во времени?

С целью проверки квазиэквивалентности ядер $\Theta(t_k)$ и $\Theta(t_l)$ относительно ковариационных матриц может быть использован информационный критерий Кульбака $J = (n_1-1) \lg(|S|/|K(t_k)|) + (n_2-1) \lg(|S|/|K(t_l)|)$, где $|S|$ - определитель обобщенной ковариационной матрицы (см. формулу (2)).

Оценка значимого расхождения производится при помощи распределения χ^2 с числом степеней свободы $v = m(m+1)/2$ и уровнем значимости α . Гипотеза о равенстве ковариационных матриц принимается, если $J < \chi^2_{\text{таб}}(\alpha, v)$.

Как известно ковариация является с одной стороны мерой рассеяния значений случайных величин, с другой - мерой силы связи. С этой точки зрения, при отсутствии квазиэквивалентности, по - видимому, можно говорить с одной стороны о некоторой размытости ядра конфликта, а с другой - о качественных изменениях в ядре (появление, или исчезновение отдельных связей) и в количественном отношении (изменение силы связей).

Рассмотрим дополнительно критерий одновременной проверки гипотезы о равенстве векторов средних двух выборок и ковариационных матриц, предложенный Т. Андерсоном. Для этих целей используем случайную величину V (10), где $A_1 = [X_k X_k^T]$, $A_2 = [X_l X_l^T]$.

$$V = \frac{|A_1|^{(n_1-1)/2} |A_2|^{(n_2-1)/2}}{|A_1 + A_2 + (n_1 n_2 / (n_1 + n_2)) (M_x(t_k) - M_x(t_l)) (M_x(t_k) - M_x(t_l))^T|^{(n_1+n_2-2)/2}} \quad (4)$$

При больших объемах выборок n_1 и n_2 величина $(-2\rho \ln W)$ аппроксимируется распределением χ^2 с числом степеней свободы $v = m(m+3)/2$, где

$$W = \frac{(n_1 + n_2 - 2)^{m(n_1+n_2-2)/2}}{(n_1 - 1)^{m(n_1-1)/2} (n_2 - 1)^{m(n_2-1)/2}} V \quad \text{и}$$

$$\rho = 1 - \left[\frac{1}{n_1 - 1} + \frac{1}{n_2 - 1} + \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} \right] \frac{2m^2 + 3m - 1}{6(m + 3)} - \frac{m}{(n_1 + n_2 - 2)(m + 3)}.$$

Тогда, если $(-2\rho \ln W) < \chi^2_{\text{таб}}(\alpha, \nu)$, то гипотеза принимается, ядра конфликта признаются квазиэквивалентными одновременно относительно векторов средних и ковариационных матриц.

В противном случае следует предполагать отсутствие эквивалентности ядер и в качестве меры расхождения относительно средних можно предложить

$$\delta M_x = \sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j [x_j(t_k) - x_j(t_l)]^2}, \text{ где } \omega_j - \text{нормирующий множитель.}$$

В общем случае в качестве меры расхождения двух ядер можно использовать расстояние Махаланобиса [29] $d^2 = (M_x(t_k) - M_x(t_l)) S^{-1} (M_x(t_k) - M_x(t_l))^T$.

Если проверка на квазиэквивалентность приводит к отрицательному результату, то естественно попытаться выявить причины такой ситуации (провести анализ квазиэквивалентности в широком смысле). Для этих целей можно предложить провести аналогичные статистические проверки для каждой из случайных функций, формирующих ядро конфликта, проводя попарно их сравнение в рассматриваемых сечениях.

Установление существенного различия двух средних (оценок математических ожиданий) может быть выполнено при помощи t-критерия (критерия Стьюдента).

Если дисперсии в сечениях равны, то вычисляется статистика

$$t = \frac{[x(t_k) - x(t_l)](n_1 + n_2 - 2)^{1/2}}{(1/n_1 + 1/n_2)[(n_1 - 1)\sigma^2_x(t_k) + (n_2 - 1)\sigma^2_x(t_l)]^{1/2}} \quad (5)$$

с числом степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 2$.

Если дисперсии не равны, то можно использовать статистику

$$t = \frac{x(t_k) - x(t_l)}{(\sigma^2_x(t_k)/n_1 + \sigma^2_x(t_l)/n_2)^{1/2}} \quad (6)$$

При этом число степеней свободы ν - наибольшее число, не превосходящее

$$\frac{(n_1 - 1)(n_2 - 1)[(\sigma^2_x(t_k)/n_1 + \sigma^2_x(t_l)/n_2)]^2}{(n_1 - 1)\sigma^2_x(t_k)/n_1 + (n_2 - 1)\sigma^2_x(t_l)/n_2}$$

Если в обоих случаях $|t| < t_{\text{кр}} = t_{\text{таб}}(\alpha, \nu)$

(α - уровень значимости), то различие оценок считается статистически незначимым, а ядро конфликта - квазиэквивалентным относительно среднего. В случае значимого различия оценок средних за меру степени неэквивалентности принимается величина $\delta x = |[x(t_k) - x(t_l)]/\max\{x(t_k), x(t_l)\}|$.

Для сравнения оценок дисперсий предлагается использовать F-критерий (Фишера): $F = \sigma^2_x(t_k)/\sigma^2_x(t_l)$ с $\nu_1 = n_1 - 1$ и $\nu_2 = n_2 - 1$ степенями свободы. Если $F < F_{\text{кр}} = F_{\text{таб}}(\alpha, \nu_1, \nu_2)$, то дисперсии считаются равными, и ядро $\Theta(t)$ признается квазиэквивалентным относительно дисперсии.

Так же как и для среднего, в качестве меры отклонения в этом случае можно использовать величину

$$\delta \sigma^2_x = |[\sigma^2_x(t_k) - \sigma^2_x(t_l)]/\max\{\sigma^2_x(t_k), \sigma^2_x(t_l)\}|$$

Статистически значимое различие двух оценок нормированной корреляционной функции или нормированной взаимной корреляционной функции (коэффициентов $r_x(\tau)$ и $r_{xy}(\tau)$) при заданном τ наиболее эффективно проверяется при помощи z - преобразования Фишера. Для этого вычисляется статистика

$$T = (z_1 - z_2) / Q, \quad (7)$$

где $z_1 = \{\ln(1+r_{xy}(t_k, t_k + \tau))/(1-r_{xy}(t_k, t_k + \tau))\}/2$, $z_2 = \{\ln(1+r_{xy}(t_l, t_l + \tau))/(1-r_{xy}(t_l, t_l + \tau))\}/2$, $Q^2 = (n_1 - 3)^{-1} + (n_2 - 3)^{-1}$, k, l ($k \neq l$) - номера сечений при $t = t_k$ и $t = t_l$.

В случае $|T| < T_{\text{кр}} = T_{\text{таб}}(\alpha)$, где $T_{\text{таб}}(\alpha)$ ищется по таблице стандартного нормального распределения в зависимости от уровня значимости α , различие оценок коэффициентов корреляции считается незначимым. В противоположном случае $r_{xy}(t_k, t_k + \tau) \neq r_{xy}(t_l, t_l + \tau)$, и мерой расхождения относительно нормированной взаимной корреляционной функции может служить величина $\delta r_{xy} = |r_{xy}(t_k, t_k + \tau) - r_{xy}(t_l, t_l + \tau)|$.

Аналогичные рассуждения можно провести и по отношению к нормированной корреляционной функции $r_x(\tau)$, вычислив для нее статистику в виде (7).

В общем случае, наиболее эффективными для диагностического анализа ядер рассматриваемых отношений являются: для проверки равенства нескольких средних - однофакторный дисперсионный анализ; для установления факта различия оценок нескольких дисперсий - критерий Бартлетта по выборкам различных объемов, критерий Кохрена по выборкам одинакового объема; для проверки равенства нескольких коэффициентов корреляции - z- преобразование Фишера с критериальной статистикой χ^2 .

Библиографический список

1. Акофф. Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах.- М.: Сов. радио, 1974. - 272 с.

2. Сысоев В.В. Системный подход к описанию механизма конфликта // Вестник ВГТА.- Воронеж: Воронеж. Гос. технол. акад. - 1999.- Вып 3.- С.

3. Глущенко С.В., Десятов Д.Б., Сысоев В.В. Определение конфликта случайных событий и случайных величин // Теоретические основы проектирования технологических систем и оборудования автоматизированных производств. - Воронеж: Воронеж. госуд. технол. академ., 1996. -Вып.2.- С.149-157.

4. Булгаков С.С., Десятов Д.Б., Еремин С.А, Сысоев В.В. Автоматизированный тестовый контроль производства БИС.- М.: Радио и связь, 1992.-192 с.

УДК 621.391.1

*Воронежский государственный технический университет
Канд. физ.-мат. наук, профессор А.Д. Кононов
Д-р техн. наук, профессор А.А. Кононов
Россия, г. Воронеж, E-mail: kniga126@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Ph. Phys.-Mat. in Engineering, Prof. A.D. Kononov
D. Sc. in Engineering, Prof. A.A. Kononov
Russia, Voronezh, E-mail: kniga126@mail.ru*

А.Д. Кононов, А.А. Кононов

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИИ СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аннотация. На основе анализа эффектов трансформации поляризации зондирующего сигнала при отражении от объектов радиолокационного наблюдения в различных поляризационно-ортогональных базах оптимизируются параметры двумерных излучаемых сигналов, что позволяет исключить появление перекрестной компоненты и повысить эффективность автоматизированного дистанционного управления группой технологических машин различного назначения

Ключевые слова: комплексная матрица рассеяния, информационная статистическая модель, частично-поляризованные волны, поляризационная структура, комплекс технологических машин

A.D. Kononov, A.A. Kononov

TO THE PROBLEM OF RESEARCH OF METHODS OF POLARIZATION SELECTION OF SIGNALS IN THE TASK OF AUTOMATED CONTROL OF A COMPLEX OF TECHNOLOGICAL MACHINES

Abstract. On the basis of the analysis of effects of transformation of polarization of an exploring signal with reflecting from objects of radar-tracking observation in different polarizable - orthogonal bases the parameters of bivariate emitted signals are optimized, that allows to eliminate occurrence of a crossing component and to raise effectiveness of the automated distance control of a group of technological machines of different assignment

Keywords: complex scattering matrix, information statistical model, partly-polarized waves, polarization structure, complex of technological machines

В информационных системах автоматизированного дистанционного управления

[1,2] комплексом одновременно функционирующих объектов весьма важно наряду с обеспечением электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств получить

© Кононов А.Д., Кононов А.А., 2017

высокое разрешение для разделения отраженных сигналов от близко работающих подвижных машин [3,4], а также значительно снизить энергетические затраты, то есть, в конечном итоге повысить охват (дальность) эффективного управления группой мобильных объектов [5,6].

При решении многих задач строительства, землеустройства, лесного и сельского хозяйства возникает достаточно проблем, связанных с необходимостью оптимизации управления машинами [7,8]. Существенная роль в решении этих проблем может быть отведена использованию двумерных сигналов, обладающих весьма большими информационными возможностями по сравнению с линейно-поляризованными колебаниями, и методов поляризационной селекции сигналов [9,10], обеспечивающих эффективное выделение полезного сигнала на фоне помех в виде мешающих отражений. В данной работе предлагается использовать пространственные эффекты электромагнитных волн [11,12].

При приеме волны, отраженной от объекта радиолокационного наблюдения, происходит потеря части энергии рассеянного поля из-за появления кроссполяризованной составляющей, что снижает дальность действия радиолокационной станции и характеристики обнаружения и идентификации сигналов от технологических машин.

В матричном виде уравнение преобразования поляризации в радиолокационном канале записывается следующим образом:

$$\begin{pmatrix} \dot{E}_{1S} \\ \dot{E}_{2S} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{s}_{11} & \dot{s}_{12} \\ \dot{s}_{21} & \dot{s}_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{E}_{1i} \\ \dot{E}_{2i} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где \dot{E}_{1i} , \dot{E}_{2i} и \dot{E}_{1S} , \dot{E}_{2S} – соответственно ортогональные компоненты поля излучения и приема в произвольном ортогонально-эллиптическом базисе $[\dot{e}_1, \dot{e}_2]$; \dot{s}_{kj} ($k, j=1,2$) – элементы матрицы рассеяния цели S .

Уравнение (1) в сокращенном виде может быть записано

$$E_S = S \cdot E_i. \quad (2)$$

При переходе из поляризационного базиса $[\dot{e}_1, \dot{e}_2]$ в другой произвольный поляризационный базис $[\dot{e}'_1, \dot{e}'_2]$ матрица – столбец облучающей волны E_i подвергается трансформации в соответствии с выражением

$$E'_i = Q \cdot E_i, \quad (3)$$

где Q – унитарная матрица преобразования базиса, такая что

$$\tilde{Q}^* \cdot Q = I, \quad (4)$$

где $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ – единичная матрица;

\sim – операция транспонирования;

$*$ – комплексное сопряжение.

Обратное преобразование от компонент вектора в новом базисе $[\dot{e}'_1, \dot{e}'_2]$ к компонентам в исходном базисе $[\dot{e}_1, \dot{e}_2]$ осуществляется соответствующими обратными матрицами. Для облучающей волны можем записать

$$E_i = Q^{-1} \cdot E'_i = \tilde{Q}^* E'_i, \quad (5)$$

а для отраженной волны

$$E_S = (Q^*)^{-1} \cdot E'_S = \tilde{Q}^* E'_S \quad (6)$$

Подставляя выражения (5) и (6) в уравнение преобразования поляризации при отражении волн от цели (2), получим уравнение

$$\tilde{Q} \cdot E'_S = S \tilde{Q}^* E'_S, \quad (7)$$

которое может быть приведено к виду

$$E'_S = (Q^* S \tilde{Q}^*) E'_i. \quad (8)$$

Сравнивая (8) с (2), матрицу рассеяния S' в новом базисе можно представить в виде

$$S' = Q^* S \tilde{Q}^*. \quad (9)$$

С учетом равенства $Q^{-1} = \tilde{Q}^*$, означа-

ющего унитарность преобразования поляризационного базиса, соотношение (9) запишется

$$S' = \tilde{U} S U, \quad U = Q^{-1}. \quad (10)$$

Некоторым конгруэнтным преобразованием матрица рассеяния может быть приведена к диагональной форме

$$S_D = \begin{pmatrix} \lambda_{s1} & 0 \\ 0 & \lambda_{s2} \end{pmatrix}, \quad (11)$$

когда коэффициенты отражения для перекрестных компонент равны нулю.

Поляризационный базис, в котором матрица рассеяния имеет диагональную форму, называется собственным базисом $[\dot{g}_1, \dot{g}_2]$. Этот базис определяет две ортогональные поляризации облучающей волны, при которых перекрестная ком-

понента в отраженной волне отсутствует.

Поляризации волн, совпадающих с осями собственного базиса, называются собственными поляризациями радиолокационной цели.

Физически это означает, что при облучении цели волной, поляризация которой совпадает с одной из собственных поляризаций цели, форма и ориентация в пространстве эллипса поляризации рассеянной волны будут совпадать с соответствующими параметрами облучающей волны.

Коэффициент отражения λ_{sk} ($k = 1, 2$) в формуле (11), модуль которого больше, соответствует поляризации поля излучения, при которой величина мощности принимаемой волны будет максимальна.

Запишем матрицу рассеяния мощности

$$P = \begin{pmatrix} \dot{p}_{11} & \dot{p}_{12} \\ \dot{p}_{21} & \dot{p}_{22} \end{pmatrix} = S^* S = \begin{pmatrix} \dot{s}_{11}^* \dot{s}_{11} + \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{12} & \dot{s}_{11}^* \dot{s}_{12} + \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{22} \\ \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{11} + \dot{s}_{22}^* \dot{s}_{12} & \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{12} + \dot{s}_{22}^* \dot{s}_{22} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Эта матрица определяет величину плотности потока мощности отраженной

волны для любой поляризации облучающей волны E_i в соответствии с формулой

$$\dot{P}_s = \tilde{E}_s^* \cdot E_s = (\tilde{S} \tilde{E}_i)^* S E_i = \tilde{E}_s^* S^* S E_i = \tilde{E}_i^* P E_i. \quad (13)$$

В собственном базисе формула (13) имеет вид

$$\dot{P}_s = \dot{E}_{i1}^* \cdot \dot{E}_{i2}^* \cdot \begin{pmatrix} \lambda_{p1} & 0 \\ 0 & \lambda_{p2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{E}_{i1} \\ \dot{E}_{i2} \end{pmatrix} = \lambda_{p1} E_{i1}^2 + \lambda_{p2} E_{i2}^2,$$

где \dot{E}_{i1} и \dot{E}_{i2} – компоненты вектора \dot{E}_i в собственном базисе $[\dot{g}_1, \dot{g}_2]$.

Существенно, что матрица рассеяния мощности P и матрица рассеяния цели S приводятся к диагональному виду с помощью одной и той же матрицы (обозначим ее C), причем собственные числа матрицы мощности $(\lambda_{p1}, \lambda_{p2})$ равны квадратам модулей коэффициентов отражения $(\lambda_{s1}, \lambda_{s2})$.

Легко видеть, что P – эрмитова ($\dot{p}_{kj} = \dot{p}_{jk}$, $k, j = 1, 2$). Следовательно, ее соб-

ственные числа определяются из характеристического уравнения

$$\begin{pmatrix} p_{11} - \lambda_p & \dot{p}_{12} \\ \dot{p}_{21} & p_{22} - \lambda_p \end{pmatrix} = 0, \quad (14)$$

решая которое, находим:

$$\lambda_{p1,2} = \frac{p_{11} + p_{22} \pm \sqrt{(p_{11} - p_{22})^2 + 4\dot{p}_{12}\dot{p}_{21}}}{2}. \quad (15)$$

Подставляя значения элементов матрицы мощности, выраженные через элементы матрицы рассеяния цели, получим

$$\lambda_{p1,2} = \frac{s_{11}^2 + 2s_{12}^2 + s_{22}^2 \pm \sqrt{(s_{11}^2 - s_{22}^2)^2 + 4(s_{11}^2 + s_{22}^2)s_{12}^2 + 2\operatorname{Re}\{s_{12}^* \cdot s_{12}^* \cdot s_{11}s_{22}\}}}{2} \quad (16)$$

В k -м столбце матрицы C стоят отнесенные к исходному базису $[\dot{e}_1, \dot{e}_2]$ координаты собственного вектора \dot{g}_k , соответствующего собственному числу λ_{pk} , ($k=1,2$) матрицы P . Следовательно, вся задача сводится к нахождению элементов матрицы преобразования C , которые нетрудно определить, решая систему алгебраических уравнений

$$\begin{cases} (\dot{p}_{11} - \lambda_{p1})\dot{C}_{11} + \dot{p}_{12}\dot{C}_{21} = 0 \\ \dot{p}_{21}\dot{C}_{11} + (\dot{p}_{22} - \lambda_{p1})\dot{C}_{21} = 0 \\ (\dot{p}_{11} - \lambda_{p2})\dot{C}_{12} + \dot{p}_{12}\dot{C}_{22} = 0 \\ \dot{p}_{21}\dot{C}_{12} + (\dot{p}_{22} - \lambda_{p2})\dot{C}_{22} = 0, \end{cases} \quad (17)$$

совместно с условием унитарности $\tilde{C}^* C = I$. Окончательные выражения для модулей и аргументов элементов матрицы C имеют вид

$$\begin{aligned} C_{11} = C_{22} &= \frac{1}{\sqrt{1+|p_1|^2}} = \frac{|p_2|}{\sqrt{1+|p_2|^2}}, \\ C_{12} = C_{21} &= \frac{1}{\sqrt{1+|p_2|^2}} = \frac{|p_1|}{\sqrt{1+|p_1|^2}}, \end{aligned} \quad (18)$$

$$\arg \dot{C}_{11} = \arg \dot{C}_{22} = 0,$$

$$\arg \dot{C}_{12} = -\arg \dot{p}_2,$$

$$\arg \dot{C}_{21} = -\arg \dot{p}_1,$$

где

$$\begin{aligned} \dot{p}_1 &= \frac{\dot{C}_{21}}{\dot{C}_{11}} = \frac{\lambda_{p1} - \dot{p}_{11}}{\dot{p}_{12}} = \frac{\dot{p}_{21}}{\lambda_{p1} - \dot{p}_{22}}, \\ \dot{p}_2 &= \frac{\dot{C}_{22}}{\dot{C}_{12}} = \frac{\lambda_{p2} - \dot{p}_{11}}{\dot{p}_{12}} = \frac{\dot{p}_{21}}{\lambda_{p2} - \dot{p}_{22}}. \end{aligned} \quad (19)$$

В зависимости от соотношения модулей λ_{p1} и λ_{p2} , формулы (19) определяют оптимальную поляризацию. С учетом (12) и (16)

$$\dot{p}_1 = \frac{\dot{p}_{21}}{\lambda_{p1} - \dot{p}_{22}} = \frac{2(\dot{s}_{11}^* \dot{s}_{12} + \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{22})}{s_{11}^2 - s_{22}^2 + \sqrt{(s_{11}^2 - s_{22}^2)^2 + 4(s_{11}^2 + s_{22}^2)s_{12}^2 + 2\operatorname{Re}\{s_{12}^* \cdot s_{12}^* \cdot s_{11}s_{22}\}}} \quad (20)$$

и если $\dot{s}_{kj} = s_{kj} e^{i\gamma_{kj}}$ ($k, j=1,2$), то модуль и аргумент комплексного поляризационного

параметра определяются

$$p_1 = \frac{2s_{12}\sqrt{s_{11}^2 + s_{22}^2 + 2s_{12}s_{22}\cos(\gamma_{11} + \gamma_{22} - 2\gamma_{12})}}{s_{11}^2 - s_{22}^2 + \sqrt{(s_{11}^2 - s_{22}^2)^2 + 2s_{12}^2[(s_{11}^2 + s_{22}^2) + s_{11}s_{22}\cos(\gamma_{11} + \gamma_{22} - 2\gamma_{12})]}}, \quad (21)$$

$$\delta_1 = \arg(\dot{s}_{12}^* \cdot \dot{s}_{11} + \dot{s}_{22}^* \cdot \dot{s}_{12}) = \arctg \frac{s_{11}\sin(\gamma_{11} - \gamma_{12}) + s_{22}\sin(\gamma_{12} - \gamma_{22})}{s_{11}\cos(\gamma_{11} - \gamma_{12}) + s_{22}\sin(\gamma_{12} - \gamma_{22})} + n\pi, \quad (22)$$

где n – целое число.

Аналогично для \dot{p}_2 получаем

$$\dot{p}_2 = \frac{\dot{p}_{21}}{\lambda_{p2} - \dot{p}_{22}} = \frac{2(\dot{s}_{11}^* \dot{s}_{12} + \dot{s}_{12}^* \dot{s}_{22})}{s_{11}^2 - s_{22}^2 - \sqrt{(s_{11}^2 - s_{22}^2)^2 + 4(s_{11}^2 + s_{22}^2)s_{12}^2 + 2\operatorname{Re}\{s_{12}^* \cdot s_{12}^* \cdot s_{11}s_{22}\}}}, \quad (23)$$

а для модуля и аргумента соответственно

$$p_2 = \frac{2s_{12}\sqrt{s_{11}^2 + s_{22}^2 + 2s_{11}s_{22}\cos(\gamma_{11} + \gamma_{22} - 2\gamma_{12})}}{s_{11}^2 - s_{22}^2 - \sqrt{(s_{11}^2 - s_{12}^2)^2 + 2s_{12}^2[(s_{11}^2 + s_{22}^2) + s_{11}s_{22}\cos(\gamma_{11} + \gamma_{22} - 2\gamma_{12})]}}}, \quad (24)$$

$$\delta_2 = \arctg \frac{s_{11}\sin(\gamma_{11} - \gamma_{12}) + s_{22}\sin(\gamma_{12} - \gamma_{22})}{s_{11}\cos(\gamma_{11} - \gamma_{12}) + s_{22}\sin(\gamma_{12} - \gamma_{22})} + n\pi. \quad (25)$$

В силу ортогональности векторов собственного базиса в формуле (22) можно принять $n=0$, а в формуле (25) $n=1$. Таким образом, мы установили, что для произвольной по поляризационным свойствам цели всегда существуют две собственные поляризации и нашли их выражения, исходя из матрицы рассеяния цели.

Собственные поляризации выражаются различным образом в различных поляризационных базисах, однако физически существуют только две ортогональные поляризации облучающей волны, которые могут быть заданы инвариантно относительно преобразования базиса.

Полученные соотношения для определения оптимальных поляризаций, могут быть полезны для повышения энергетических характеристик и помехозащищенности радиолокационных устройств различного назначения, использующих поляризационных эффекты электромагнитных волн.

Таким образом, устанавливая на кабинках работающих машин антенные элементы с заданными параметрами рассеяния, можно при использовании двумерных сигналов с рассчитанными поляризационными характеристиками обеспечить эффективное различение рабочих объектов, входящих в группу дистанционного управления, минимизируя при этом энергетические потери при обширной зоне охвата рабочего пространства.

Библиографический список

1. Устинов Ю.Ф. Проблема построения систем дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.Ф. Устинов, И.М. Тепляков, Ю.В. Авдеев, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 1. – С.

83–86.

2. Устинов Ю.Ф. Основные концептуальные принципы автоматизации и дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.Ф. Устинов, И.М. Тепляков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 6. – С. 65–67.

3. Авдеев Ю.В. Метод компенсации погрешностей измерения координат при автоматическом дистанционном управлении машинами дорожно-строительного комплекса / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, Н.А. Варданян // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 8(668). – С. 75–80.

4. Кононов А.А. Развитие научных основ повышения эффективности управления рабочими процессами землеройно-транспортных машин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж, 2007.

5. Кононов А.Д. Исследование возможностей создания координирующего программного устройства для реализации алгоритмов автоматического управления движением мобильных объектов / А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж. – 2015. – № 1. – С. 9–13.

6. Кононов А.А. Разработка системы автоматического управления рабочим органом землеройно-транспортной машины // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 1998.

7. Кононов А.А. Экспериментальное определение уровня опорных сигналов для системы автоматического управления рабочим органом автогрейдера / А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Стро-

ительство. – 2000. – № 7–8. – С. 99.

8. Устинов Ю.Ф. Повышение эффективности процесса разработки грунта косо-поставленным отвалом землеройно - транспортной машины / Ю.Ф. Устинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, С.А. Иванов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 69–72.

9. Маршаков В.К. Определение диэлектрических параметров объектов СВЧ измерителем с антеннами ортогональной поляризации / В.К. Маршаков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж. – 2006. – № 2. – С. 91–93.

10. Устинов Ю.Ф. Методологические основы экспериментального определения некоторых физико-механических свойств

разрабатываемого грунта / Ю.Ф. Устинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 11–12. – С. 109–113.

11. Маршаков В.К. Анализ систем траекторного сопровождения мобильных объектов с автоматическим управлением / В.К. Маршаков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. XXI Международная научно-техническая конференция. – Воронеж. – 2015. – С. 1296–1304.

12. Авдеев Ю.В. Анализ принципов дистанционного адаптивного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 9(645). – С. 41–46.

УДК 614.841:69

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru*

С.А. Сазонова

ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Аннотация. Рассматривается последовательность практической реализации задач статического оценивания и диагностики утечек систем газоснабжения. В основе поставленных задач применены методы математической статистики. Последовательная автономная реализация задач может быть обеспечена при условии обмена информацией между ними в процессе решения. Факт наличия или отсутствия ординарной утечки между двумя статическими оцениваниями предложено проверять с помощью двухальтернативной гипотезы по данным манометрической съемки

Ключевые слова: математическое моделирование, системы газоснабжения, диагностика утечек

S.A. Sazonova

DETECTION OF LEAKAGE IN GAS SUPPLY SYSTEMS BY METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS

Abstract. The sequence of practical implementation of the tasks of static estimation and diagnostics of leaks of gas supply systems is considered. The methods of mathematical statistics are used in the basis of the tasks. Sequential autonomous implementation of tasks can be ensured subject to the exchange of information between them in the decision process. The fact of the existence or absence of an ordinary leak between two static estimates is suggested to be checked using a two-alternative hypothesis from the data of a manometric survey

Keywords: Mathematical modeling, gas supply systems, leak diagnostics

Вопрос о факте существования (или возникновения) утечки на момент оценивания будем искать в теории обнаружения [1], поскольку стохастический смысл такой зада-

чи достаточно очевиден. Применим статистический подход к его решению применительно к магистральным трубопроводным системам. При этом потребность чрезмерного объема экспериментальных данных не позволяет внедрить такой подход в практику

управления распределительными системами газоснабжения. Известно, что применяемые в математической статистике приемы обладают высокой степенью универсальности, то есть, не зависят от специфики объектов управления, но возможность их применения должна обосновываться случайным характером воздействий на сам объект, на основе данных, о состоянии которого осуществляется выбор тех или иных решений.

Сети газоснабжения есть все основания считать динамическими системами, поскольку они подвержены в процессе функционирования многочисленным случайным воздействиям в виде заявок потребителей на целевой продукт. В рамках теории статистических решений системы обработки информации, на основе которой осуществляется принятие тех или иных решений называют информационными [1].

Случайность входных воздействий свойственна не только самим объектам управления, но и сопутствующим им информационным системам, что обусловлено двумя обстоятельствами. Во-первых: сведения, закодированные во входных сигналах, в большинстве случаев считаются неизвестными, поскольку неизвестны законы распределения их вероятностей. Отсюда даже если сигналы – носители информации имеют детерминированный вид, воздействия будут случайными. Во-вторых: физические сигналы, (данные, получаемые от контрольно-измерительных приборов) всегда случайны из-за наличия многих неучитываемых факторов случайного происхождения. Эти факторы приводят к появлению шумов и помех, с которыми взаимодействуют полезные сигналы.

Вполне уместно процедуру обработки информации о состоянии объекта управления рассматривать как функционирование информационной системы. Разумеется, в этом случае создание такой информационной системы должно основываться на специфических критериях оптимальности, которые принято относить к категории информационных. Среди них обычно используются

такие как: отношение мощности сигнала к мощности шума; энергии сигнала к спектральной плотности шума; дисперсию оценки какой-либо физической величины, характеризующей состояние объекта управления и т.д. Заметим, что именно последний вариант критерия построения информационной системы использовался при решении задач диагностики утечек [2, 3, 4, 5, 6] и оценивания состояния [7, 8]. Эти задачи реализуемы с помощью применения математических моделей анализа потокораспределения [9], полученных на основе применения энергетического эквивалентирования [10].

Обнаружение утечки можно рассматривать как одну из функций информационной системы слежения за объектом управления, но очевидно, что последняя принадлежит к другому классу и как следствие требует изменения информационного критерия. Выбор класса информационной системы имеет принципиальное значение, поскольку на нем основана стратегия ее построения. Для такой системы будем оценивать ее квалификацию как проверку двухальтернативной гипотезы, поскольку величины несущие информацию, имеют дискретное распределение вероятностей, которое можно интерпретировать как дискретное множество ситуаций принципиально отличающихся друг от друга (есть или нет утечки). Двухальтернативность гипотезы следует, если постулировать условие ординарности утечек, причем это допущение не является принципиальным, а имеет цель упростить задачу без потери общности разрабатываемых методов ее решения. Именно такой подход принят за основу, а его реализация, в силу универсальности методов теории принятия решений, заключается в интерпретации специфики гидравлических систем категориями математической статистики. Для этого рассмотрим общую идеологию метода.

Стратегия проверки гипотез, в том числе и двухальтернативных, заключается в минимизации функции потерь (выражающей ущерб от принятия того или иного решения), ее будем обозначать $g(u_1, u_2, u_n)$. Здесь эле-

ментами $u \in U$ обозначено множество возможных решений, формирующих вектор U . Пространство решений может быть как дискретно, так и непрерывно.

Проверка гипотезы согласно [1] должна выполняться на основании анализа данных, поступающих на вход информационной системы, поэтому основным оказывается вопрос о том, что представляют собой эти данные. Основной информацией, получаемой от объекта управления, может быть только манометрическая съемка. Однако непосредственное использование ее результатов не может рассматриваться в качестве таких данных при обнаружении утечек, поскольку узловые потенциалы являются полезной информацией только для решения задачи статического оценивания состояния. Поэтому предлагается исходными данными для информационной системы обнаружения утечек считать непосредственно результаты решения задачи определения их величины и координаты. Таким образом, программный комплекс, обеспечивающий получение указанных данных можно рассматривать в качестве "приемника сигналов", то есть информации о величине утечки.

Исключим пока из рассмотрения понятие координаты утечки. Обозначим величину сигнала через X_v , где v определяет номер шага наблюдения за объектом. Объем наблюдаемой выборки $X_n = \{x_1, \dots, x_n\}$ может быть задан. Если X_v сигнал на v -м шаге наблюдений, это означает, что задано число шагов, на которых производятся наблюдения, после чего принимается решение. При переходе к непрерывному времени это означает, что задано время T наблюдения сигнала $x(t)$ до принятия решения. Может применяться процедура последовательного анализа, при которой объем выборки не задан, решение может быть принято на любом v -м шаге наблюдений (в любой момент времени), но в случае отсутствия достаточных данных на v -м шаге, наблюдение может быть продолжено. При принятии гипотезы наблюдение прекращается. Наконец, может иметь место процедура проверки гипотез,

при которой число шагов наблюдения не фиксируется, решение принимается на каждом шаге (отказ от принятия решения не допускается), но на последующих шагах это решение уточняется и может быть заменено другим.

К проверке статистических гипотез сводятся все те задачи, в которых на основе наблюдений необходимо произвести некоторую классификацию, то есть определить, к какому из заданных классов распределений вероятностей относится закон распределения, описывающий наблюдаемые сигналы X_v . К таким задачам относится обнаружение сигналов в шумах или помехах, а следовательно, обнаружение объектов, связанных с этими сигналами, обнаружение дефектов в объектах наблюдения и т.д. Особенностью традиционного функционирования информационных систем является то, что наблюдаемые сигналы являются физическими, поскольку поступают от всевозможных приборов: оптических и радиолокаторов, лазерных локаторов и т.д. Таким образом, специфика создаваемой информационной системы диагностики утечек заключается в том, что вместо физического сигнала используется цифровой, получаемый в результате предварительной обработки манометрической съемки.

Под классической процедурой, согласно [1], будем понимать принятие решения после наблюдения входных данных, описываемых выборкой заданного объема $X_n = \{x_1, \dots, x_n\}$, либо в случае непрерывного наблюдения сигналов во времени после наблюдения, в общем случае, векторной функции времени $[x(t) = \{x_1(t), \dots, x_i(t)\}]$ на данном интервале $(0, T)$. Такая процедура имеет смысл, когда принятия решения до окончания заданного интервала времени не требуется, а после принятия решения совершаются некоторые необратимые операции, так что изменить решение уже невозможно.

Задание решающего правила означает установление однозначного соответствия $u = u(x)$ определенного для всех возможных значений $x \in X$ и $u \in U$. В зависимости от конкретного способа задания X и U это преобра-

зование может быть функционалом или любым другим отображением X во множестве U . В работе [1] показано, что U и $U(X)$ разные множества. Первое из них является множеством решений, а второе – правил (алгоритмов) принятия решений с использованием наблюдений.

В общем случае информационной системе приходится функционировать при не полностью известной обстановке. Для описания этой неопределенности используется вектор $\lambda_i (i=1, \dots, m)$. Если основные ситуации описываются дискретными распределениями вероятностей, то есть существует конечное заданное число m ситуаций, то каждой из них нужно поставить в соответствие некоторое решение u_i , что равноценно принятию гипотезы H_i , связанной с ситуацией λ_i . Наличие неопределенности можно интерпретировать так, что относительно X и λ известно не все, а нечто такое, что не дает возможности считать задачу построения информационной системы полностью бессмысленной, но и не позволяет воспользоваться байесовым подходом со всеми его преимуществами и возможностями.

Разумеется, при наличии информационной неопределенности и функция потерь будет зависеть от параметра λ , выражающего дефицит информации для определения величины потерь при принятии конкретного решения. Совокупность параметров λ образует множество Λ такое, что для $u \in U, \lambda \in \Lambda$. Математическое ожидание $g(u, \lambda, x)$ принято называть риском оценки ожидаемых последствий принятия решений. Основным понятием является апостериорный риск, выражающий условное математическое ожидание функции потерь для данного решения, который определяется из соотношения Байеса.

Таким образом, в случае информационной определенности считаются известными плотности вероятностей $P(x | \lambda)$ и $P(\lambda)$, и соответствующее правило решения называется байесовым. Поскольку указанные плотности вероятностей часто оказываются неизвестными, имеет смысл понятие степени информационной неопределенности. Послед-

няя зависит от того, насколько известны сведения о виде и параметрах законов распределения вероятностей для тех ситуаций, сведений, событий, величин, информация о которых приводит к выполнению системой ее функций, а также для сигналов, являющихся носителями этой информации. Формально эта неопределенность выражается отсутствием какой-либо информации о распределении $P(x | \lambda)$ или $P(\lambda)$.

Анализ возможных ситуаций, связанных с ограничениями в априорной информации относительно $P(\lambda)$ показывает [1], что их общей чертой является то обстоятельство, что вместо распределения вероятностей для параметров λ с плотностью $P(\lambda)$ можно задать только класс таких распределений Ω_0 , к которому относятся все возможные в рамках конкретной задачи распределения $P(\lambda) \in \Omega$. Такой класс является исходным описанием задачи и характеризует информационную неопределенность тем большую, чем шире задаваемый класс.

Относительно статистического описания по данным наблюдений X в [1] показано, что в соответствии с фактическим объектом, информация о нем в функции правдоподобия, может быть определена с той же степенью детализации. То есть аналогично классу Ω_0 можно ввести класс Ω_λ распределений вероятности (функции правдоподобия) для наблюдаемых данных X , к которому принадлежат все возможные при данном состоянии имеющихся знаний распределения вероятностей $\lambda [P(x | \lambda) \in P_\lambda]$. Однако наиболее универсальным и предпочтительным считается параметрический способ [1].

Параметрическое описание является удобным средством для учета обычно имеющихся качественных представлений о статистическом поведении наблюдаемых данных X и параметров λ в сочетании с отсутствием информации о количественных характеристиках, определяющих это описание. Для представления параметрического способа вводятся дополнительные параметры $\alpha_\lambda, \beta_\lambda$ (параметры обстановки), которые сосредотачивают в себе имеющуюся неопреде-

ленность, не допускающую дальнейшую детализацию и уточнение качественной структуры. В роли параметров α_λ и β_λ могут выступать интенсивности полезных сигналов и сопровождающих их помех, время корреляции, характеристики объектов управления, параметры аппроксимирующих функций или дифференциальных уравнений, используемых при описании процессов λ . Наконец если X и λ имеют конечное множество значений, то в качестве параметров α_λ и β_λ могут рассматриваться сами эти значения.

Величину λ в задачах проверки многоальтернативных гипотез представляют скаляром, который может принимать только значения $\lambda_i (i=1, \dots, m)$, где m - число конкурирующих гипотез, так что каждому λ_i соответствует гипотеза H_i .

В практическом смысле задача диагностики утечек представляет наибольший интерес именно для систем газоснабжения. В первую очередь, информация о наличии утечки в таких системах должна поступать в диспетчерские пункты посредством опроса системы по приборам контроля (датчикам давления) и впоследствии, оперативно обрабатываться с целью предотвращения аварий на объектах управления. Во вторую очередь, задача представляет интерес, так как при ее реализации можно отслеживать факты несанкционированного отбора целевого продукта. При этом, разработанный комплекс математических моделей [2, 3, 4, 5, 6] позволит определить координату и объем таких отборов. В состав комплекса указанных математических моделей входят: соответствующие математические модели анализа потокораспределения, математические модели задачи оценивания состояния, математические модели диагностики утечек, позволяющие определить ее местоположения в системе и ее величину. С помощью проверки двухальтернативной гипотезы станет возможным установление факта существования утечки.

Комплекс моделей реализуется в следующей последовательности. В состав задачи оценивания состояния входят математические модели потокораспределения. В дис-

петчерском пункте на объекте управления должен быть произведен одновременный опрос датчиков давления. Результаты манометрической съемки фиксируются в информационной системе и являются исходными данными для первой численной реализации математических моделей задачи оценивания. После этого выполняется второй опрос системы. Далее проверяется факт существования утечки и задействуются математические модели задачи диагностики утечек. В результате, между двумя опросами системы выполняется диагностика утечек.

В целом, задачу диагностики утечек можно отнести к задаче обеспечения безопасного функционирования рассматриваемых гидравлических систем [11, 12]. Задачи технической диагностики реализуемы в рамках разработанных информационных систем [13, 14]. При этом требуется обеспечить информационную безопасность, например, как это предложено в работах [15, 16, 17, 18, 19]. При рассмотрении задачи обеспечения безопасности функционирования и для снижения риска возникновения аварийных ситуаций, в качестве отдельной самостоятельной задачи можно выделить задачу обеспечения конструктивной прочности бетонных опорных устройств, на которых крепятся газопроводы. Возведение таких конструкций необходимо осуществлять по современным технологиям, например, как это показано в работах [20, 21, 22, 23]. При этом необходимо исследовать прочностные свойства бетона [24] и применять в нем особо прочные составляющие, например, использовать фибробетон [25, 26] в опорах с целью уменьшения их деформативности, и соответственно, пространственных перемещений и сдвигов самих труб газопровода. Реализовать некоторые инженерные задачи в удобном для практического применения виде представляется возможным за счет применения пакетов прикладных программ, например, как это предложено в работах [27, 28, 29].

Библиографический список

1. Репин, В.Г. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В.Г. Репин, Г.П. Тартаковский. - М.: Советское радио, 1977. - 432 с.
2. Сазонова, С.А. Постановка задача

диагностики несанкционированных отборов и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 54-57.

3. Николенко, С.Д. Дистанционное обнаружение утечек в гидравлических системах с целью обеспечения безопасности функционирования при своевременном предупреждении аварий / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2016. - № 1 (7). - С. 151-153.

4. Сазонова, С.А. Диагностика несанкционированных отборов рабочей среды и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 51-53.

5. Сазонова, С.А. Применение детерминированного алгоритма диагностики утечек в гидравлических системах для обеспечения их безопасного функционирования / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2017. - № 1 (22). - С. 33-38.

6. Сазонова, С.А. Методы и алгоритмы технической диагностики систем теплоснабжения / С.А. Сазонова, А.Б. Мезенцев // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 63-66.

7. Квасов, И.С. Оценивание параметров трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, С.А. Сазонова // В книге: Понтрягинские чтения - X, 1999. - С. 219.

8. Сазонова, С.А. Использование задачи статического оценивания при технической диагностике с целью обеспечения безопасности функционирующих гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 4 (21). - С. 46-50.

9. Сазонова, С.А. Особенности формирования структурных графов для систем

теплоснабжения при анализе потокораспределения в задачах обеспечения безопасности / С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2016. - № 1 (22). - С. 106-112.

10. Сазонова, С.А. Анализ гидравлических систем на основе декомпозиционного метода / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 2. - С. 34-37.

11. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач в области проектирования, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 3 (16). - С. 30-35.

12. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 3 (20). - С. 51-56.

13. Квасов, И.С. Информационные системы технической диагностики трубопроводных сетей / И.С. Квасов, С.А. Сазонова, В.Е. Столяров // В книге: Математическое моделирование в естественных и гуманитарных науках. Тезисы докладов. Воронежский государственный университет. - 2000. - С. 105.

14. Квасов, И.С. Синтез систем сбора данных для распределительных гидравлических сетей / И.С. Квасов, В.Е. Столяров, С.А. Сазонова // В сборнике: Информационные технологии и системы. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. - 1999. - С. 113-115.

15. Жидко, Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.

16. Жидко, Е.А. Научно обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.

17. Жидко, Е.А. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности

компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2012. - Т. 15. - № 2. - С. 265-268.

18. Жидко, Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института МВД России. - 2015. - № 1. - С. 62-69.

19. Жидко, Е.А. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2014. - № 10 (93). - С. 12-19.

20. Николенко, С.Д. Разработка конструкций пневматических опалубок / С.Д. Николенко, И.В. Михневич // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. - № 2 (15). - С. 18-22.

21. Михневич, И.В. К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов // В сборнике: Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2012. - С. 234-237.

22. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.

23. Николенко, С.Д. Обеспечение безопасности земляных работ с применением расчетов прикладной механики / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 47-51.

24. Михневич, И.В. Исследование влияния теплового воздействия на прочностные

характеристики бетона / И.В. Михневич, С.Д. Николенко // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2017. - № 3 (47). - С. 43-51.

25. Николенко, С.Д. Экспериментальное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоцикловом нагружении / С.Д. Николенко, Г.Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1986. - № 1. - С. 18-22.

26. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // В сборнике: Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях. Межвузовский сборник научных трудов. Воронежский государственный технический университет. Международная академия наук экологии безопасности человека и природы. В. И. Федянин - ответственный редактор. Воронеж, 2006. - С. 38-46.

27. Сазонова, С.А. Численное решение задач в сфере пожарной безопасности / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 68-71.

28. Николенко, С.Д. Автоматизация расчетов по интегральной математической модели времени эвакуации людей при пожаре / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10. - № 1. - С. 43-49.

29. Сазонова, С.А. Расчет коэффициента теплопотерь на начальной стадии пожара с применением информационных технологий / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 63-68.

УДК 330.43

Воронежский государственный университет
Преподаватель М.В. Добринина
Россия, г. Воронеж, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru

Voronezh State University
Lecturer M.V. Dobrina
Russia, Voronezh, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru

М.В. Добринина

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ДЖ. ТОБИНА ДЛЯ МИНИМАЛЬНОГО РИСКА

Аннотация. В данной работе анализируется процесс построения оптимального инвестиционного портфеля Дж. Тобина для минимального риска. В качестве исходных данных для анализа были взяты ежемесячные котировки ценных бумаг ПАО «Газпром», ПАО «ГМКНорНикель», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и государственные краткосрочные облигации. В результате делается вывод об оптимальной структуре полученного портфеля

Ключевые слова: оптимальный инвестиционный портфель Дж. Тобина, минимальный риск, риск портфеля ценных бумаг, доходность инвестиционного портфеля, ограничения по долям портфеля

M. V. Dobrina

TOBIN INVESTMENT PORTFOLIO OPTIMIZATION FOR MINIMAL RISK

Abstract. The author analyses the process of construction the Tobin optimal investment portfolio for minimal risk in this paper. The writer took the monthly securities rates of PSC «Gazprom», PSC «GMKNorNikel», PSC «Magnitogorsk metallurgical industrial complex» and short-term government bonds as input data for the analysis. The author concluded about the optimal structure of optimal investment portfolio

Keywords: Tobin optimal investment portfolio, minimal risk, securities portfolio risk, investment portfolio return, the portfolio shares restrictions

Актуальность данной темы обосновывается тем, что формирование инвестиционного портфеля без использования информационных технологий, в частности среды Microsoft Excel, весьма проблематично ввиду сложности и объемности необходимых вычислений и жестких ограничений во времени.

Цель работы – построение оптимального инвестиционного портфеля Дж. Тобина для минимального риска.

Отметим, что инвестиционный портфель ценных бумаг – это совокупность различных видов ценных бумаг (акции, облигации, фьючерсы и т.п.), предназначенных для реализации целей вкладчика [2].

Перейдем непосредственно к рассмотрению инвестиционного портфеля ценных бумаг, сформированного по модели экономиста Дж. Тобина. Эта модель считается продолжением эволюции метода построения оптимального инвестиционного портфеля Г.

Марковица [6].

Портфель Дж. Тобина формируется идентично модели Г. Марковица, но имеет два ключевых отличия:

1. Инвестиционный портфель Дж. Тобина содержит безрисковые активы, доходность которых не зависит от рыночных рисков. К ним относятся государственные ценные бумаги (ГКО, ОФЗ) с максимальным уровнем надежности.

2. В модели разрешено не только приобретение ценных бумаг в портфель, но и их продажа [3].

При этом в инвестиционном портфели Дж. Тобина существует следующее ограничение: сумма долей всех ценных бумаг портфеля должна равняться 1, вместе с безрисковыми активами [5].

В общем случае при формировании инвестиционного портфеля вкладчик решает две ключевые альтернативные задачи: минимизация риска портфеля при заданной доходности и максимизация доходности (эффективности) портфеля при заданном уровне

риска [4].

В данной работе предлагается формирование инвестиционного портфеля с минимальным риском портфеля при заданой доходности.

Рассмотрит математический вид оптимизационной задачи для расчета инвестиционного портфеля по модели Дж. Тобина.

Портфель Дж. Тобина минимального риска имеет следующий вид [7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \times \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \times w_j \times k_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j} \rightarrow \min \\ w_0 r_0 + \sum_{i=1}^n w_i \times r_i > r_p \\ w_0 + \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{array} \right.$$

Теперь перейдем непосредственно к построению инвестиционного портфеля Дж. Тобина с минимальным риском портфеля при заданой доходности. Для построения данного портфеля будем использовать среду Microsoft Excel.

В качестве исходных данных для анализа возьмем ежемесячные котировки ценных бумаг (в нашем случае акций) трех крупнейших компаний: ПАО «Газпром», ПАО «ГМКНорНикель» и ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (в дальнейшем будем применять аббревиатуру ММК). Данные по котировкам акций данных компаний были получены на сайте **finanz.ru** в разделе «Архивы котировок». Кроме акций в инвестиционный портфель включим безрисковый актив – государственные краткосрочные облигации (в дальнейшем будем применять аббревиатуру ГКО). Годовая доходность ГКО = 13,7 %, а ежемесячная необходимая нам для анализа доходность ГКО = 1,1 %. Выбранный для анализа временной период – это один год (с 21 ноября 2016 по 21 ноября 2017 гг.).

Результаты предоптимизационных расчетов представлены на рисунке 1.

В рамках этих расчетов были опреде-

лены доходности каждой ценной бумаги, риски каждой ценной бумаги, ковариационная матрица доходностей ценных бумаг, риск портфеля ценных бумаг, доходность инвестиционного портфеля и ограничения по долям портфеля.

В качестве первоначальных долей неоптимизированного инвестиционного портфеля были взяты следующие значения: 0,3 для ПАО «Газпром»; 0,3 для ПАО «ГМКНорНикель»; 0,3 для ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и 0,1 для государственных краткосрочных облигаций [1].

Перейдем к заветному этапу оптимизации инвестиционного портфеля Дж. Тобина минимального риска.

Для получения итогового инвестиционного портфеля будем использовать опцию Данные → Поиск решения.

Для ее подключения необходимо выбрать опцию Файл → Параметры → Надстройки → Поиск решения → Перейти → подтвердить галочкой Поиск решения → ОК.

Введенные для построения итогового портфеля параметры поиска решения представлены на рисунке 2.

Книга1 - Microsoft Excel

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Настройки Foxit PDF

Calibri 11

Вставить Буфер обмена Шрифт Выравнивание Число

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Дата	Газпром	ГМК Нор Никель	ММК	Доходность Газпром	Доходность Никель	Доходность ММК	Доходность ГКО	Доля (w)		Газпром	ГМК Нор Никель	ММК	
2	21.11.2016	149,6	10 137,00	31,9				1,10%	0,3	Газпром	0,001673	0,003472	0,004743	
3	21.12.2016	153,06	10 194,00	33,565	2%	1%	5%		0,3	ГМК Нор Никель	0,003472	0,003023	0,009073	
4	23.01.2017	148,1	9 424,00	34,75	-3%	-8%	4%		0,3	ММК	0,004743	0,009073	0,007204	
5	21.02.2017	138,35	9 677,00	39,815	-7%	3%	15%			Доля (wT)	0,3	0,3	0,3	0,1
6	21.03.2017	129,3	9 109,00	37,5	-7%	-6%	-6%			Общий риск портфеля	6%			
7	21.04.2017	123	8 538,00	34,155	-5%	-6%	-9%			Общая доходность портфеля	1%			
8	22.05.2017	122,52	8 275,00	31,005	0%	-3%	-9%			Ограничения по долям	1			
9	21.06.2017	117,97	8 290,00	29,835	-4%	0%	-4%							
10	21.07.2017	118,95	8 388,00	34,47	1%	1%	16%							
11	21.08.2017	115,92	9 005,00	37,43	-3%	7%	9%							
12	21.09.2017	122,34	9 710,00	42,7	6%	8%	14%							
13	23.10.2017	126,8	10 673,00	44,48	4%	10%	4%							
14	21.11.2017	132,49	10 515,00	45,95	4%	-1%	3%							
15		Ожидаемая доходность (r_i)			-1%	0%	3%							
16		Риск акций (σ)			4%	6%	9%							

Рис. 1. Предоптимизационные расчеты по построению портфеля Дж. Тобина

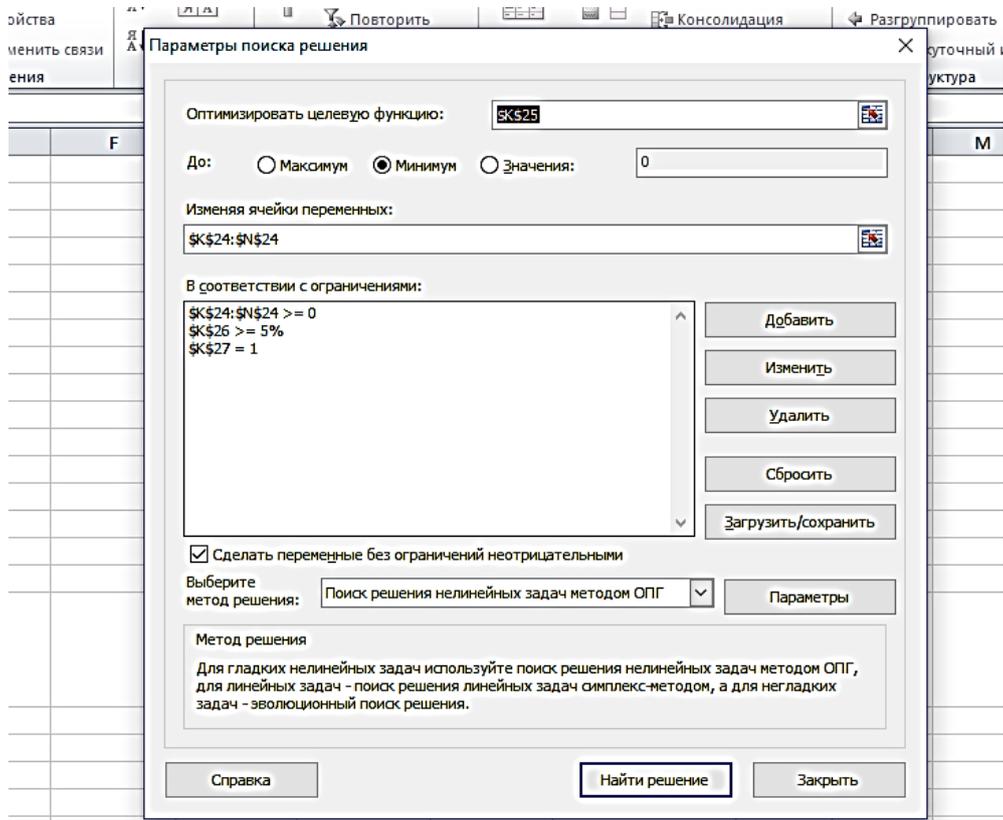


Рис. 2. Параметры поиска решения итогового инвестиционного портфеля

Дата	Газпром	ГМК Нор Никель	ММК	Доходность Газпром	Доходность Никель	Доходность ММК	Доходность ГКО	Доля (w)	Газпром	ГМК Нор Никель	ММК
21.11.2016	149,6	10 137,00	31,9				1,10%	0	0,001673	0,003472	0,004743
21.12.2016	153,06	10 194,00	33,565	2%	1%	5%		0	0,003472	0,003023	0,009073
23.01.2017	148,1	9 424,00	34,75	-3%	-8%	4%		1	0,004743	0,009073	0,007204
21.02.2017	138,35	9 677,00	39,815	-7%	3%	15%			0	0	1
21.03.2017	129,3	9 109,00	37,5	-7%	-6%	-6%		Общий риск портфеля			8%
21.04.2017	123	8 538,00	34,155	-5%	-6%	-9%		Общая доходность портфеля			3%
22.05.2017	122,52	8 275,00	31,005	0%	-3%	-9%		Ограничения по долям			1
21.06.2017	117,97	8 290,00	29,835	-4%	0%	-4%					
21.07.2017	118,95	8 388,00	34,47	1%	1%	16%					
21.08.2017	115,92	9 005,00	37,43	-3%	7%	9%					
21.09.2017	122,34	9 710,00	42,7	6%	8%	14%					
23.10.2017	126,8	10 673,00	44,48	4%	10%	4%					
21.11.2017	132,49	10 515,00	45,95	4%	-1%	3%					
	Ожидаемая доходность (r_f)			-1%	0%	3%					
	Риск акций (σ)			4%	6%	9%					

Рис. 3. Итоговый оптимальный инвестиционный портфель Дж. Тобина минимального риска

Вывод: согласно полученным данным инвесторам рекомендуется вкладывать деньги только в акции ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», т.е. оптимальный инвестиционный портфель – это акции одного эмитента. При этом общий риск портфеля составит 8%, а общая доходность портфеля – 3%.

Библиографический список

1. Сайт finanz.ru.
2. Гасилов В.В., Добрина М.В. Оценка рисков инвестиционных проектов. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. Сборник № 2(13), 2015. –с.11-16.
3. Давнис В.В., Добрина М.В. Модели доходности финансовых активов и их применение в моделях портфельного инвестирования. Материалы XII международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы. Воронежский государственный университет, 2016. – с. 197-200.

4. Добрина М.В. Управление рисками инвестиционных проектов. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Управление строительством. Сборник № 1(8), 2016. – с. 27-31.

5. Добрина М.В. Формирование оптимального инвестиционного портфеля Марковица. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Экономика и предпринимательство, 2016. – с. 21-30.

6. Добрина М.В. Оптимизация инвестиционного портфеля с применением Microsoft Excel. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2017. – с. 135-139.

7. Добрина М.В. Алгоритмы управления портфелем в режиме онлайн. Электронный бизнес: проблемы, развитие и перспективы. Материалы XIV Всероссийской научно-практической интернет - конференции. Воронеж, 27-28 апреля 2017, с. 38-40.



УДК 621.396.2.019.4

Воронежский государственный технический университет
Канд. физ.-мат. наук, профессор А.Д. Кононов
Д-р техн. наук, профессор А.А. Кононов
Россия, г. Воронеж, E-mail: kniga126@mail.ru

Voronezh State Technical University
Ph. Phy.-Mat. in Engineering, Prof. A.D. Kononov
D. Sc. in Engineering, Prof. A.A. Kononov
Russia, Voronezh, E-mail: kniga126@mail.ru

А.Д. Кононов, А.А. Кононов

ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ФАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация. На основе анализа деполаризующих свойств подстилающей поверхности получены количественные результаты для оценки характера и степени ее влияния на помехоустойчивость поляризационно-ортогональных каналов и предлагается использование радиолокационной системы с двумерными сигналами для оперативной оценки состояния автомобильных дорог и аэродромов, трубопроводов, сельскохозяйственных, лесных и водных ресурсов региона

Ключевые слова: информационная система, ортогональные каналы, сигнал, помеха, шероховатая поверхность, деполаризация

A.D. Kononov, A.A. Kononov

ESTIMATION OF CROSS-COUPPLING OF ORTHOGONAL CHANNELS OF THE POLARIZABLE-PHASE INTELLIGENCE SYSTEM IN PROBLEMS OF RADAR-TRACKING OBSERVATIONS OF UNDERLYING SURFACES

Abstract. On the basis of the analysis of depolarization properties of a underlying surface the quantitative outcomes for estimation of character and degree of its influence on the noise immunity of polarizable-orthogonal channels are obtained and usage of the radar-tracking system with bivariate signals for an operating state estimation of highways and aerodromes, pipelines, agricultural, wood and water region resources is offered

Keywords: information system, orthogonal channels, signal, noise, rough surface, depolarization

При решении ряда практических задач значительный интерес представляет разработка эффективных и недорогих методов оперативного наблюдения местности. Весьма перспективными в этом плане можно считать аэрофотокосмографические наблюдения земной поверхности, в которых получение информации о характере ландшафта местности может осуществляться по различным параметрам.

Для целей аэрокосмического наблюдения местности предлагается использовать пространственные эффекты электромагнит-

ных волн. Наиболее полную и оперативную информацию о процессах, происходящих в регионе, можно получить с помощью локационных средств наблюдения.

В качестве информационных параметров предлагается использовать характеристики и параметры поляризации электромагнитного колебания [1]. Для анализа поляризационной структуры принимаемого сигнала, отраженного от ландшафтной поверхности, применяются системы, работающие в одном частотном диапазоне, но с ортогональными (линейными или круговыми) поляризациями [2]. Наличие гидromетеоров, турбулентностей, шероховатостей земных,

лесных и водных сред приводит к деполаризации радиоволн [3]. Появление кросс-поляризованной составляющей может в значительной степени уменьшить отношение сигнал - шум (S / N) в канале с основной поляризацией из-за перекачки части энергии в канал с ортогональной поляризацией.

Для оценки влияния шероховатой границы облучаемой поверхности на параметры поляризации и помехоустойчивость поляризационно-ортогональных каналов рассмотрим поляризационно-ортогональные каналы с круговой поляризацией. Изменение поляризационной структуры сигнала при отражении от мелкомасштабной пологой шероховатой поверхности, удовлетворяющей условиям применимости теории Файнберга-Брауде, определим с помощью параметров поляризации ортогонально-линейного базиса

$$p = \sqrt{\frac{(\sin \theta - \alpha)^2 + \beta^2}{(\sin \theta + \alpha)^2 + \beta^2} \frac{(\alpha \sin \theta - 1)^2 + \beta^2 \sin^2 \theta}{(\alpha \sin \theta + 1)^2 + \beta^2 \sin^2 \theta}}, \quad (1)$$

$$\delta = \arctg \frac{\beta \sin \theta}{\alpha \sin \theta + 1} - \arctg \frac{\beta \sin \theta}{\alpha \sin \theta - 1} - \arctg \frac{\beta}{\sin \theta + \alpha} - \arctg \frac{\beta}{\sin \theta - \alpha} - \frac{\pi}{2}, \quad (2)$$

где обозначено

$$\alpha = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 + m^2}}{2\varepsilon(1 + m^2)}} + \gamma^2, \quad \beta = \sqrt{\frac{-1 + \sqrt{1 + m^2}}{2\varepsilon(1 + m^2)}} - \gamma^2, \\ m = \frac{2\sigma\lambda}{\varepsilon c};$$

ε, σ – соответственно диэлектрическая проницаемость и проводимость среды;

λ – длина волны;

c – скорость света;

θ – угол скольжения.

Коэффициент эллиптичности имеет вид:

$$K = \sqrt{\frac{1 + p^2 - \sqrt{(1 - p^2)^2 - (2p \cos \delta)^2}}{1 + p^2 - \sqrt{(1 - p^2)^2 + (2p \cos \delta)^2}}}, \quad (3)$$

а параметр шероховатости γ^2 изменяется в пределах 0 – 0.2 и определяется как

$$\gamma^2 = \frac{4\pi^2 \xi_0^2}{L\lambda \sqrt{1 + \frac{2L}{\lambda}}},$$

где $\xi_0^2 = \bar{\xi}^2$ – средний квадрат отклонения высот поверхности от усредняющей плоскости, совпадающей с гладкой границей раздела; $L_x = L_y = L$ – радиус корреляции шероховатой поверхности $Z = f(X, Y)$.

На рис. 1 приведены графические зависимости коэффициента эллиптичности отраженного сигнала в диапазоне углов скольжения 0...40° для некоторых типов шероховатых поверхностей с усредненными электрическими параметрами ε и σ [4]: кривые 1 – лесной массив; 2 – глинозем. Сплошные линии соответствуют значению параметра шероховатости $\gamma^2 = 0.05$; штриховые $\gamma^2 = 0.15$.

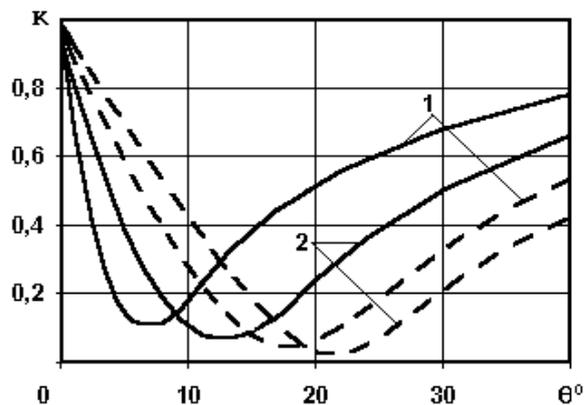


Рис.1. Зависимость коэффициента эллиптичности информационного сигнала от угла скольжения для разных типов поверхностей раздела

Часть мощности сигнала, деполаризованного шероховатой поверхностью, будет

приниматься антенной совпадающего канала, уменьшая тем самым отношение сигнал - помеха (S / N). Величина этого отношения определяется

$$S/N = 10 \lg \left[\frac{2(1 + K^2)}{(1 + K)^2} \right], \text{Дб.} \quad (4)$$

Графики на рис. 2 показывают характер изменения отношения (S / N) для тех же типов поверхности в случае, когда направления вращения плоскости поляризации отраженного сигнала и поля приемной антенны совпадают.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1) Наблюдается существенная зависимость поляризационных параметров от электрофизических свойств и степени шероховатости ландшафтных поверхностей;

2) Максимумы отношений сигнал - помеха (S / N) имеют место вблизи псевдобрюстеровских углов, причем с увеличением степени шероховатости эта область для данного типа поверхности смещается в сторону больших углов скольжения;

3) Информационные возможности селекции участков земной поверхности снижаются при углах облучения, близких к нормали;

4) Применение миллиметровых волн позволит повысить точность измерений электрических характеристик, а значит и качества картографирования участков земной поверхности.

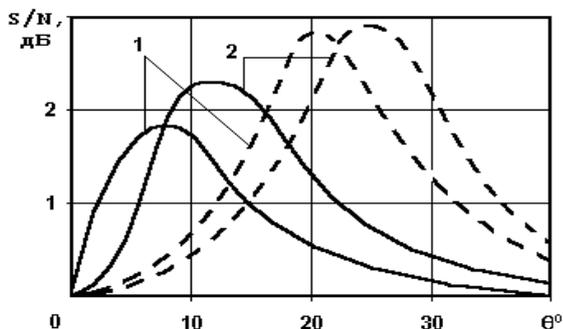


Рис. 2. Зависимость отношения сигнал - помеха от угла скольжения для разных типов поверхностей раздела

Предлагаемый на основе анализа трансформации поляризационной структуры сигнала радиоволновой метод поверхностных наблюдений может быть полезен для определения возможностей автоматизации [5-7], целесообразности и своевременности проведения различных мероприятий на данном конкретном участке. Кроме того, получение информации о свойствах подстилающих поверхностей [7,8] может быть необходимо для предварительной настройки уровня опорных сигналов [9,10] в системах автоматизации управления рабочими процессами технологических машин и дистанционного управления движением мобильных объектов [11,12]. Применение компьютерной обработки результатов локационных наблюдений позволит повысить оперативность и достоверность отслеживания динамики изменения состояния ресурсов региона.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании радиоизмерительных систем дистанционного зондирования со встроенной аппаратурой поляризационной селекции.

Библиографический список

1. Маршаков В.К. Определение диэлектрических параметров объектов СВЧ измерителем с антеннами ортогональной поляризации / В.К. Маршаков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж. – 2006. – № 2. – С.91–93.

2. Устинов Ю.Ф. Методологические основы экспериментального определения некоторых физико-механических свойств разрабатываемого грунта / Ю.Ф. Устинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 11–12. – С. 109–113.

3. Авдеев Ю.В. К вопросу исследования радиоволнового канала системы дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, В.Н. Аникин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 10. – С. 86–92.

4. Кононов А.А. Развитие научных основ повышения эффективности управления рабочими процессами землеройно-транспортных машин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж, 2007.
5. Устинов Ю.Ф. Повышение эффективности процесса разработки грунта косо-поставленным отвалом землеройно-транспортной машины / Ю.Ф. Устинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, С.А. Иванов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 69–72.
6. Устинов Ю.Ф. Основные концептуальные принципы автоматизации и дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.Ф. Устинов, И.М. Тепляков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 6. – С. 65–67.
7. Кононов А.А. Разработка системы автоматического управления рабочим органом землеройно-транспортной машины // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 1998.
8. Авдеев Ю.В. Анализ принципов дистанционного адаптивного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 9(645). – С. 41–46.
9. Кононов А.А. Экспериментальное определение уровня опорных сигналов для системы автоматического управления рабочим органом автогрейдера / А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2000. – № 7–8. – С. 99.
10. Авдеев Ю.В. Метод компенсации погрешностей измерения координат при автоматическом дистанционном управлении машинами дорожно-строительного комплекса / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, Н.А. Варданян // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 8(668). – С. 75–80.
11. Кононов А.Д. Исследование возможностей создания координирующего программного устройства для реализации алгоритмов автоматического управления движением мобильных объектов / А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж. – 2015. – № 1. – С. 9–13.
12. Маршаков В.К. Анализ систем траекторного сопровождения мобильных объектов с автоматическим управлением / В.К. Маршаков, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. XXI Международная научно-техническая конференция. – Воронеж. – 2015. – С. 1296–1304.

Архимед - 2018

Приглашаем Вас принять участие в XXI Московском международном Салоне изобретений и инновационных технологий «**Архимед-2018**»,
с **5 по 8 апреля 2018 года** в Москве,
в павильоне №2 Конгрессно-выставочного центра «Сокольники»!

Желающим принять участие необходимо предоставить работы в
Офис коммерциализации инновационных проектов и разработок ВГТУ
по адресу: г.Воронеж, Московский проспект 14, каб. 307 до **9 марта 2018 года**.

Более подробную информацию можно узнать здесь: <http://www.archimedes.ru>

УДК 519 (075): 518.5

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент В.И. Акимов,
канд. техн. наук, доцент А.В. Полуказаков,
студент Я.В. Лынов
Россия, г. Воронеж, E-mail: PAV_75@mail.ru

Voronezh state technical University
Ph. D in Engineering, associate professor V.I. Akimov,
Ph. D in Engineering, associate professor A.V. Polukazakov,
student J.V. Lynov
Russia, Voronezh, E-mail: PAV_75@mail.ru.

В.И. Акимов, А.В. Полуказаков, Я.В. Лынов

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. Разработана программа статистического моделирования систем и средств автоматизации с использованием датчиков случайных чисел типовых производственно – технологических процессов

Ключевые слова: технологический процесс, системы автоматизации, моделирование систем

V. I. Akimov, A.V. Polukoshko, J.V. Linov

DEVELOPMENT OF INTEGRATED SYSTEM SIMULATION IN THE TASKS OF AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

Abstract. Developed program for statistical modeling of systems and means of automation with the use of a random number of typical industrial processes

Keywords: technological process, automation systems, simulation systems

Приложение «RandomMod» (далее Приложение), разработанное под платформу «NET Framework» представляет из себя интегрированную систему, состоящую из датчиков псевдослучайных чисел, распределенных по ряду законов распределения и единого интерфейса. В данной версии доступны следующие законы распределения: нормальный (Гаусса), трапецевидный и треугольный (Симпсона). Приложение позволяет визуализировать зависимость сгенерированного числа от равномерно распределённого, строить гистограмму полученных случайных чисел, либо иных, полученных в ходе статистического исследования, а также сохранять сгенерированные числа на диск в виде текстового файла, либо загружать их оттуда.

Генерация случайного числа по нормальному закону распределения.

Для расчета плотности вероятности нормального распределения (рис.1) будет использоваться функция Гаусса (1).

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где μ – математическое ожидание (среднее значение), медиана и мода распределения, σ – среднеквадратическое отклонение.

Стандартным нормальным распределением называется нормальное распределение с математическим ожиданием $\mu = 0$ и стандартным отклонением $\sigma = 1$.

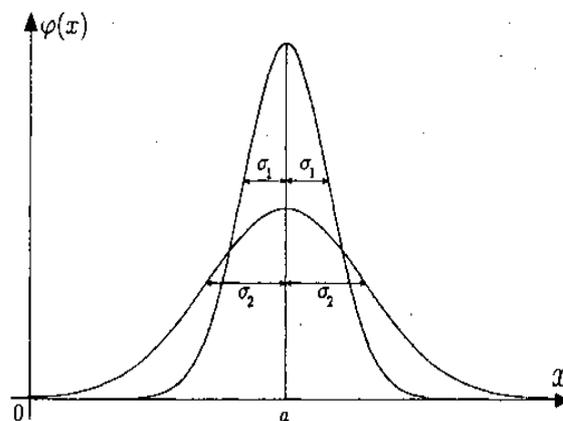


Рис. 1. Нормальное распределение (Гаусса)

Для генерирования случайных величин использовалось преобразование Бокса – Мюллера [1]:

$$\begin{aligned} z_0 &= \cos(2\pi\varphi) \sqrt{-2 \ln r}, \\ z_1 &= \sin(2\pi\varphi) \sqrt{-2 \ln r}. \end{aligned} \quad (2)$$

Генерация случайного числа по треугольному закону распределения (Симпсона).

Для генерации случайного числа, распределённого по треугольному закону (рис. 2.) необходимо задать вероятностный

диапазон $[A; B]$, и моду M .

Сгенерированное случайное число связано с равномерно распределённым случайным числом $r \in [0; 1]$ следующей формулой:

$$\begin{cases} A + \sqrt{r(M - A)(B - A)}, 0 \leq r < \frac{M - A}{B - A} \\ B - \sqrt{(1 - r)(B - M)(B - A)}, \frac{M - A}{B - A} \leq r \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

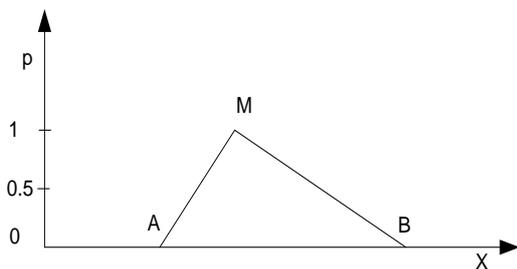


Рис. 2. Треугольное распределение (Симпсона)

Математическое ожидание:

$$M[X] = \frac{B + A + M}{3} \quad (4)$$

Дисперсия:

$$D[X] = \frac{(B - A)^2 + (B - M)^2 + (M - A)^2}{36} \quad (5)$$

Генерация случайного числа по трапецевидному закону распределения.

Для генерации случайного числа, распределённого по трапецевидному закону (рис. 3) необходимо задать вероятностный диапазон $[A; B]$, и диапазон наиболее вероятностных значений $[C; D] \in [A; B]$.

Сгенерированное случайное число связано с равномерно распределённым случайным числом $r \in [0; 1]$ следующей формулой:

$$\begin{cases} A + \sqrt{rk(C - A)}, 0 \leq r < (C - A)k^{-1} \\ \frac{r(B + D) + (1 - r)(A + C)}{2}, (C - A)k^{-1} \leq r < 1 - (B - D)k^{-1}, \\ B - \sqrt{(1 - r)k(B - D)}, 1 - (B - D)k^{-1} \leq r \leq 1 \end{cases} \quad (6)$$

где $k = B - C + D - A$

(7)

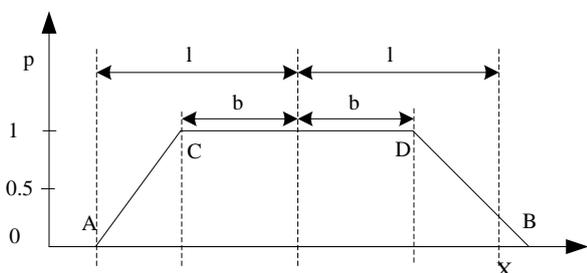


Рис. 3. Трапецевидное распределение

Математическое ожидание [2]:

$$M[X] = \frac{B + A}{2} \quad (8)$$

Дисперсия:

$$D[X] = \frac{b^2 + l^2}{6}, \quad (9)$$

где $b = \frac{D - C}{2}$, $a = C - A + b$

Расчет статистических оценок.

Формула выборочного математического ожидания:

$$M[X] = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad (10)$$

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - M[X])^2, \quad (11)$$

где $x_i \in X$ – случайное число, N – объём выборки. Кроме того, в программе использовались формулы для расчёта выборочной дисперсии D :

Результат моделирования представлен на рис. 4а - 4в.

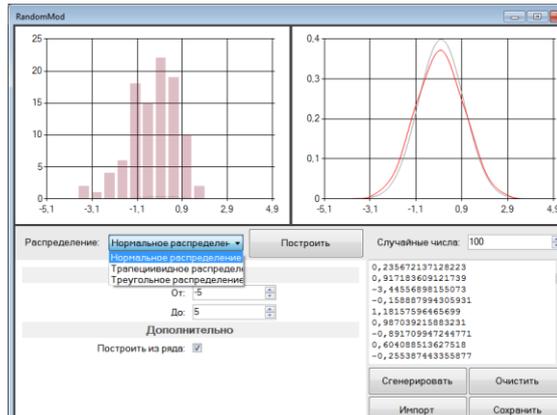


Рис. 4а. Результат моделирования для нормального закона распределения

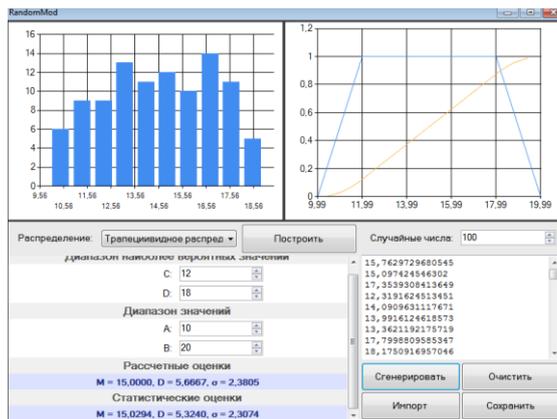


Рис. 4б. Результат моделирования для трапециевидного закона распределения

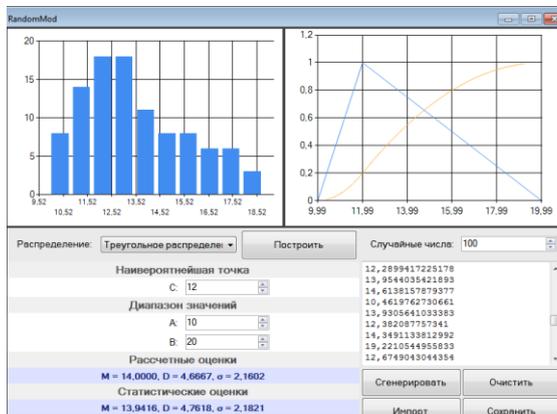


Рис. 4в. Результат моделирования для треугольного закона распределения.

Библиографический список

1.Акимов В.И. Решение метрологических задач методом статистического моделирования: Учеб. пособие. Воронеж.

гос. техн. ун – т. Воронеж, 1996, - 117 с.

2. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям/ Пер. с англ. А.К.Звонкина.–М.:Статистика,1980,- 95с.

УДК 681.3

*Воронежский государственный промышленно – гуманитарный колледж
Канд. техн. наук, доцент Н.А. Епрынцева,
преподаватель А.В. Соколова
Россия, г. Воронеж, E-mail: eprnat@mail.ru*

*Voronezh state industrial – humanitarian college
Ph. D in Engineering, associate professor N.A. Eprintseva,
lecturer A.V. Sokolova
Russia, Voronezh, E-mail: eprnat@mail.ru*

Н.А. Епрынцева, А.В. Соколова

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Статья посвящена новейшей технологии компьютерного проектирования – информационному моделированию зданий (BIM). Технология BIM возникла сравнительно недавно, но за последние годы активно становится доминирующей в мировой проектно-строительной практике, заменяя все ранее применявшиеся методы проектирования

Ключевые слова: строительство, программные продукты, информационный, эффективный, система, моделирование здания, архитектурно-конструкторский, дизайнер

N.A. Eprintseva, A.V. Sokolova

INFORMATION MODELLING TECHNOLOGIES

Abstract. The Article is devoted to the latest technology computer-aided design and Information modelling of buildings (BIM). BIM has emerged relatively recently, but in recent years to becoming dominant in the world of design and construction practice, replacing all the previously used design methods

Keywords: construction, software, information, effective, system, modeling of buildings, architectural design, designer

Строительство – это та практическая отрасль, где в основном используется физический труд. И для многих из нас трудно себе представить, что цифровые технологии в этом процессе играют значимую роль. Известно, что бумажные чертежи и аналоговые инструменты являются главными помощниками в строительстве массивных структур. Однако, вооруженные мощными программными решениями и технологией виртуальной реальности (VR), специалисты в области строительства теперь могут строить умнее, чем когда-либо прежде.

Программные решения сегодня не только облегчают жизнь и работу строителей, но и обеспечивают точность и предсказанные возможности, которые могут предоставить только компьютеры. Таким образом, компьютерное программное обеспечение

широко используется для рационализации и совершенствования методов, используемых специалистами на протяжении долгого времени.

Известно, что программное обеспечение в строительстве и архитектуре не ново. На самом деле, оно существует уже несколько десятилетий. Но в последние годы развитие событий набирает обороты по мере того, как программные пакеты становятся все более изощренными и лучше приспособленными к использованию строительной профессии.

Одним из наиболее важных программных средств, используемых в настоящее время в области строительства, является информационное моделирование зданий (BIM). Информационное моделирование здания — это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта),

который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект [1]. В нашей стране она только начала внедряться, но уже хорошо известна специалистам, работающим с программами Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan, Bentley Architecture, Tekla Structures и некоторыми другими [2].

Трёхмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика. Хотя многие из нас думают о создании программных моделей как о трехмерных версиях чертежей, современные BIM представляют собой гораздо больше. Помимо геометрии проекта, BIM также занимается пространственными отношениями, световыми факторами и деталями, относящимися к строительным материалам. Технология BIM информационного моделирования зданий стремительно входит в мировую проектно-строительную практику [3], проходя по всем стадиям жизненного цикла здания. Но моделирование — это процесс, результаты которого, то есть информационные модели здания, заметно различаются в зависимости от этапа жизненного цикла объекта и тех требований, которые предъявляются при решении возникающих задач. Да и сам строительный объект сильно зависит от стадии своего существования: если при проектировании он виртуален, а во время строительства постепенно обретает «телесный» вид, то на долгом этапе эксплуатации здание, наконец, входит в пору стабильности и уже не подвержено значительным изменениям. Поэтому процесс моделирования существующих объектов менее динамичен, но не ме-

нее важен и требует комплексного рассмотрения

Инженеры объясняют, что современный BIM движется к 5D моделям, которые добавляют элементы времени и стоимости. В настоящее время они включают в себя ввод данных с помощью большого количества строительных профессий - не только инженеров и дизайнеров, но и озеленителей и других экспертов.

Достаточно большая часть проектно-конструкторской и дизайнерской работы требует от BIM пожелания и представления результата для клиентов. В то же время BIM могут сделать строительные проекты наиболее умными и экологическими. Проектировщики, конструкторы и дизайнеры в настоящее время добиваются широкого успеха благодаря использованию BIM для максимизации красоты, эффективности и функциональности при минимизации или устранении неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

Виртуальная реальность (VR) представляет собой еще один важный аспект современной технологии, которую теперь начинают внедрять проектировщики и конструкторы, объявив новую эру архитектуры.

Одним из преимуществ VR является то, что она позволяет строителям проводить все более точные научные проверки и тщательно исследовать жизнеспособность проекта.

Несмотря на то, что большинство думают о программных моделях, не более чем как 3D-версии чертежей, современный BIM захватывает гораздо больше, чем чертеж. Кроме геометрии проекта, BIM также имеет дело с пространственными отношениями, где присутствуют световые факторы и детали строительных материалов.

В скором времени инженеры прогнозируют, что современный BIM движется к 5D моделям, которые будут включать в себя элементы времени и стоимости. Сегодня она включает в себя ввод данных по большому перечню строительных профессий — не только инженеров и проектировщиков, но и землеустроителей и других экспертов.

Можно предполагать, что VR может помочь строителям лучше визуализировать проекты, а также дать клиентам лучшее понимание процесса строительства. Компьютерные мониторы по своей сути являются

2D, что не идеально, когда мы смотрим на 3D-рендеринг, позволяя инженерам изучить мелкие детали проекта. Однако, не только архитекторы могут получить больше от инноваций VR, что позволяет клиентам по настоящему погрузиться в проекты 3D-модели.

Библиографический список

1. Талапов В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий./В.В.Талапов.М.:ДМК –пресс,2011,392 с.

2. Талапов В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов. М.: ДМК – пресс, 2015. 410 с.

3. Козлова Т.И., Талапов В.В. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры // Международный электронный научно – образовательный журнал «АМИТ» [Электронный ресурс]. 2009. № 3(8). Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/3kvar09/Talapov/Article.php>

УДК 614.841:69

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, профессор С.Д. Николенко,
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, professor S.D. Nikolenko,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.Д. Николенко, С.А. Сазонова

ПРОВЕРКА ФАКТА СУЩЕСТВОВАНИЯ УТЕЧЕК ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. Проверку факта существования или отсутствия утечки предложено осуществлять на основе применения методов математической статистики с помощью проверки двухальтернативной гипотезы в рамках задачи диагностики утечек для систем газоснабжения. С помощью двухальтернативной гипотезы подтверждается факт наличия или отсутствия только одинарной утечки во временной интервал между двумя статическими оценками состояния

Ключевые слова: математическое моделирование, системы газоснабжения, диагностика утечек

S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova

INSPECTION OF THE FACT OF EXISTENCE OF LEAKS WITH THE TECHNICAL DIAGNOSTICS OF GAS SUPPLY SYSTEMS

Abstract. It is suggested to check the existence or absence of a leak based on the application of methods of mathematical statistics by testing a two-alternative hypothesis within the framework of the problem of leak diagnostics for gas supply systems. With the help of a two-alternative hypothesis, the fact of the existence or absence of a single leak in the time interval between two static estimates of the state is confirmed

Keywords: mathematical modeling, gas supply systems, leak diagnostics

Проверим двухальтернативную гипотезу при диагностике утечек систем газоснабжения. Априорную плотность вероятности ситуаций λ запишем в виде

$$p(\lambda) = \sum_{i=1}^m p_i \delta(\lambda - \lambda_i) \quad (1)$$

где p_i - априорные вероятности гипотез, δ - символ Кронекера.

Обозначим принимаемые решения через

$u_j (j=1, \dots, m)$. Функция потерь $g(u, \lambda, x)$ дискретна и имеет значения $g_{ij} = g(u_j, \lambda_i)$, не зависящие от сигнала X в задаче диагностики утечек. Величины g_{ij} являются ущербами при принятии j -го решения в i -й ситуации.

Параметры обстановки обозначим вектором α_i . Для каждой i -й ситуации с точностью до α_i , определяется плотность вероятности наблюдаемых сигналов $P_i(X_n | \alpha_i)$. Оценку максимального правдоподобия параметров α будем обозначать через $\alpha_i^*(X_n)$ и определять из условия

$$P_i(X_n | \alpha_i^*) = \max_{(\alpha_i)} P_i(X_n | \alpha_i). \quad (2)$$

Плотности вероятности параметров обстановки α_i обозначим через $\omega_i(\alpha_i)$. В случае невозможности трактовки этих величин, они будут представлять собой соответствующие весовые функции, смысл кото-

рых изложен в [1].

При нахождении оптимального правила, согласно [1], необходимо составить усредненный апостериорный риск и минимизировать его выбором решения u_j . При этом усредненный апостериорный риск с учетом введенных обозначений принимает вид

$$\begin{aligned} \bar{R}(u_j, X_n) &= \frac{1}{\bar{P}(X_n)} \int g(u_j, \lambda) \left[\int p(X_n, \lambda | \alpha) \omega(\alpha) d\alpha \right] d\lambda = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^m g_{ij} p_i \int P_i(X_n | \alpha_i) \omega_1(\alpha_i) d\alpha_i}{\sum_{i=1}^m p_i \int P_i(X_n | \alpha_i) \omega_1(\alpha_i) d\alpha_i} = \frac{\sum_{i=1}^m g_{ij} p_i \bar{P}_i(X_n)}{\bar{P}_i(X_n)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Применяя приближенный метод вычисления средних по параметрам обстановки

плотностей вероятностей для нахождения $\bar{P}_i(X_n)$ [1] имеем

$$\bar{P}_i(X_n) = \int P_i(X_n | \alpha_i) \omega_1(\alpha_i) d\alpha_i \approx P_i(X_n | \alpha_i^*) \alpha_i X_n \quad (4)$$

$$\alpha_i(X_n) = \omega_1(\alpha_i^*) (2\pi)^{l_i/2} / \det^{1/2} D_i \quad (5)$$

где l_i - число компонент вектора α_i , а матрица D_i находится по формуле

$$D_i = \left\| - \frac{\partial^2 \ln P_i(X_n | \alpha_i)}{\partial \alpha_i^{(\mu)} \partial \alpha_i^{(\nu)}} \right\|_{\alpha_i = \alpha_i^*} = - \nabla_{\alpha_i} \nabla_{\alpha_i}^T \ln P_i(X_n | \alpha_i) |_{\alpha_i = \alpha_i^*}, \quad (6)$$

где $\alpha_i^{(\mu)}$, $\alpha_i^{(\nu)}$, ($\mu, \nu = 1, \dots, l_i$) - компоненты вектора α_i .

Задача минимизации усредненного апостериорного риска (3) в приближении (4), отличается от аналогичной задачи при проверке многоальтернативных гипотез в условиях полностью известной обстановки лишь тем, что вместо априорного распределения ситуаций p_i , появились величины $p'_i(X_n) = p_i \alpha_i(X_n)$, а вместо распределений $P_i(X_n)$ величины $P_i(X_n | \alpha_i^*)$. Проверку мно-

гоальтернативных гипотез можно интерпретировать как задачу обнаружения неординарных утечек.

Обычно величины $\alpha_i(X_n)$, а следовательно и p'_i , значительно слабее зависят от X_n , чем $P_i(X_n | \alpha_i^*)$, и могут быть, поэтому заменены постоянными величинами. При этом величины $P_i(X_n | \alpha_i^*)$ представляют собой набор минимальных достаточных статистик для рассматриваемой задачи при произвольных коэффициентах потерь g_{ij} и произвольных p'_i , то есть полностью определяют характер оптимального преобразования сигнала X_n .

Минимизация (3) сводится к следующему правилу принятия решения. При наблюдении выборки X_n принимается решение u_k , если при всех $j \neq k$

$$\sum_{i=1}^m g_{ik} p_i \alpha_i(X_n) P_i(X_n | \alpha_i^*) < \sum_{i=1}^m g_{ij} p_i \alpha_i(X_n) P_i(X_n | \alpha_i^*). \quad (7)$$

Обозначив

$$\alpha_{ij} = g_{ij} p_i \alpha_i \quad (8)$$

соотношение (7) можно представить в виде

$$\sum_{i=1}^m a_{ik} P_i(X_n | \alpha_i^*) < \sum_{i=1}^m a_{ij} P_i(X_n | \alpha_i^*). \tag{9}$$

Учитывая слабую зависимость α_i от X_n , можно считать a_{ij} коэффициентами. Оптимальность обработки сигналов X_n , определяется набором величин $P_i(X_n | \alpha_i^*)$. Коэффициенты a_{ij} определяются только при известных априорных распределениях для проверяемых гипотез и параметров обстановки. Из [1] следует, что конкретный вид распределений вероятностей параметров обстановки мало влияет на эти коэффициенты. Неопределенность вероятностей p_i представляет собой традиционную проблему, которая может иметь место и при построении неадаптивных информационных систем. При ее наличии обычно применяется процедура Неймана - Пирсона.

Правило принятия решений (9) можно конкретизировать для различных

видов функции потерь. В частности, при часто применяемой простой функции потерь

$$g_{ij} = 1 - g_i \delta_{ij}, \tag{10}$$

где δ_{ij} - символ Кронекера, это правило принимает следующий вид. Принимается решение u_k , если при всех $j \neq k$

$$c_k P_i(X_n | \alpha_i^*) > c_j P_j(X_n | \alpha_j^*), \tag{11}$$

где

$$c_j = g_j p_j \alpha_j \quad (j=1, \dots, m). \tag{12}$$

Таким образом, оптимальный алгоритм проверки гипотез сводится к максимизации взвешенного апостериорного распределения для проверяемых гипотез

$$g_k \alpha_k p_k P_k(X_n | \alpha_k^*) = \max_{(j)} g_j p_j \alpha_j P_j(X_n | \alpha_j^*), \tag{13}$$

причем соответствующие апостериорные распределения составляются при значениях параметров обстановки, равных максимально правдоподобным их значениям при наблюдении выборки X_n .

Это эквивалентно составлению совокупности отношений правдоподобия

$$\frac{\Lambda_{ij}(X_n) = P_i(X_n | \alpha_i^*)}{P_j(X_n | \alpha_j^*)}, \quad i, j = 1, \dots, m, \tag{14}$$

и сравнению их с порогами

$$C_{ij} = g_j p_j \alpha_j / g_i p_i \alpha_i. \tag{15}$$

Можно, например [1], попарно составлять отношения правдоподобия для гипотез с несовпадающими номерами, затем выбранные гипотезы опять попарно срав-

нивать между собой с помощью отношений правдоподобия и так далее до выбора одного решения.

В случае необходимости учета зависимости величин α_j от сигналов X_n обычно бывает удобным сравнивать не отношения правдоподобия (14) с переменными порогами (15), а величины $\Lambda_{ij} \alpha_i / \alpha_j$ с порогами $g_j p_j / g_i p_i$. Однако это относится лишь к удобству представления результатов и принципиального значения не имеет.

Для рассматриваемой задачи диагностики ординарных утечек проверяемая гипотеза будет двухальтернативная, то есть $m=2$, и гипотеза H_1 принимается при произвольной функции потерь, если

$$\Lambda_{12}(X_n) = \Lambda(X_n) = \frac{P_1(X_n | \alpha_1^*)}{P_2(X_n | \alpha_2^*)} \geq \frac{g_{21} - g_{22} p_2 \alpha_2}{g_{12} - g_{11} p_1 \alpha_1}. \tag{16}$$

При выполнении обратного неравенства принимается гипотеза H_2 . Все конкретные критерии оптимальности получаются при различных способах выбора коэффициентов $g_{ij}(i,j=1,2)$. В частности, при применении критерия идеального наблюдателя, соответствующего простой функции потерь (10), условие (16) принятия гипотезы H_1 принимает вид

$$\Lambda(X_n) > \frac{g_2 p_2 \alpha_2}{g_1 p_1 \alpha_1} = C_{12} . \quad (17)$$

Здесь в случае неизвестных априорных вероятностей p_1 и $p_2=1-p_1$ в классическом виде может быть применена процедура Неймана-Пирсона определения порога C_{12} по заданной вероятности ложной тревоги.

Следует подчеркнуть, что изложенные в соответствии с [1] оптимальные правила проверки гипотез включают в себя составление по данной выборке X_n оценок максимального правдоподобия параметров обстановки, которые имели бы место при всех проверяемых гипотезах, и применение этих оценок в соответствующих распределениях вероятностей. Так, например, при проверке двух альтернативных гипотез по одной и той же выборке X_n составляются оценки α_1^* и α_2^* , соответствующие альтернативным ситуациям. Векторные параметры α_1 и α_2 могут содержать величины, имеющие одинаковый смысл в обеих ситуациях, например интенсивность или иные параметры шумов, которые во многих задачах не изменяются в различных ситуациях. Однако эти параметры могут содержать и величины, имеющие даже разный физический смысл в различных ситуациях. Такими величинами могут быть, например, параметры сигналов, которые в задачах обнаружения могут присутствовать либо отсутствовать, а в задачах распознавания иметь разный вид. Тем не менее, все эти параметры оцениваются по выборке X_n в предположениях, что эта выборка относится к той или иной ситуации.

В оптимальные алгоритмы адаптивной проверки гипотез входят оценки параметров обстановки, полученные на основании всей

выборки X_n . Между тем можно применять и рекуррентные алгоритмы построения оценок [1], однако их применении следует использовать оценки, полученные в последний момент времени.

Адаптивные байесовы правила принятия решений отличаются от применения принципа минимума усредненного риска тем, что не производится усреднения по параметрам обстановки, а неизвестные их значения заменяются соответствующими оценками максимального правдоподобия. Для задачи проверки гипотез это означает лишь замену $P_i(X_n)$ на $P_i(X_n|\alpha_i^*)$, а следовательно, все полученные окончательные выражения для оптимальных правил принятия решений остаются в силе, если в них положить все $\alpha_i=1$ ($i=1,\dots,m$) [1]. Соответственно пороги C_{ij} определяются как

$$C_{ij} = g_j p_j / g_i p_i, \quad (18)$$

а оптимальное решающее правило по-прежнему состоит в сравнении с этими порогами отношений правдоподобия (14).

Основой выбора решения из множества альтернатив является сравнение линейных комбинаций функций правдоподобия. Структура этого правила не зависит ни от конкретного физического содержания задачи ни от априорных вероятностей, которые влияют только на численное значение коэффициентов линейных комбинаций. Важным является то обстоятельство, что оптимальное правило решения зависит не от всей совокупности наблюдаемых значений X , а от сравнительно небольшого количества величин, являющихся функцией или функционалом от X . Для двухальтернативных гипотез вместо всей совокупности X требуется оценка лишь одного скаляра S , который является отношением функции правдоподобия и в сжатом виде отображает всю необходимую для принятия решения информацию. Преобразования $Z=Z(H)$, в результате которых получается информация для принятия решения, принято называть достаточными статистиками [1].

Разумеется, что рассматриваемый

двухальтернативный вариант проверяемой гипотезы ($m=2$, то есть величина λ_i может принимать два дискретных значения, одно из которых соответствует ситуации наличия утечки в системе, а для второго полагается, что утечка отсутствует), является упрощенной моделью информационной системы, отвечающей условию ординарности утечки [2, 3, 4]. Однако на данном этапе нет необходимости обобщать задачу на случай с неординарными утечками, поскольку ясно, что здесь нет принципиальных проблем и ее решение связано с соответствующим увеличением числа возможных ситуаций, то есть $m>2$. Между тем многоальтернативная гипотеза пока не может быть реализована, поскольку разработанный в [5] метод диагностики [6] для такой постановки задачи не приспособлен.

Задача диагностики утечек комплексно реализуема с задачей статического оценивания [7, 8], с применением математических моделей анализа потокораспределения [9], полученных на основе применения энергетического эквивалентирования [10]. В целом, задачу диагностики утечек можно отнести к задаче обеспечения безопасного функционирования рассматриваемых гидравлических систем [11, 12]. Задачи технической диагностики реализуемы в рамках разработанных информационных систем [13, 14]. При этом требуется обеспечить информационную безопасность, например, как это предложено в работах [15, 16, 17, 18, 19].

При рассмотрении задачи обеспечения безопасности функционирования и для снижения риска возникновения аварийных ситуаций, в качестве отдельной самостоятельной задачи можно выделить задачу обеспечения конструктивной прочности бетонных опорных устройств, на которых крепятся газопроводы. Возведение таких конструкций необходимо осуществлять по современным технологиям, например, как это показано в работах [20, 21, 22, 23]. При этом необходимо исследовать прочностные свойства бетона [24] и применять в нем особо прочные составляющие, например, использовать фиб-

робетон [25, 26] в опорах с целью уменьшения их деформативности, и соответственно, пространственных перемещений и сдвигов самих труб газопровода. Реализовать некоторые инженерные задачи в удобном для практического применения виде представляется возможным за счет применения пакетов прикладных программ, например, как это предложено в работах [27, 28, 29].

Библиографический список

1. Репин, В.Г. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В.Г. Репин, Г.П. Тартаковский. - М.: Советское радио, 1977. - 432 с.
2. Сазонова, С.А. Постановка задача диагностики несанкционированных отборов и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 54-57.
3. Николенко, С.Д. Дистанционное обнаружение утечек в гидравлических системах с целью обеспечения безопасности функционирования при своевременном предупреждении аварий / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2016. - № 1 (7). - С. 151-153.
4. Сазонова, С.А. Диагностика несанкционированных отборов рабочей среды и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 51-53.
5. Сазонова, С.А. Применение детерминированного алгоритма диагностики утечек в гидравлических системах для обеспечения их безопасного функционирования / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2017. - № 1 (22). - С. 33-38.
6. Сазонова, С.А. Методы и алгоритмы технической диагностики систем теплоснабжения / С.А. Сазонова, А.Б. Мезенцев // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 63-66.
7. Квасов, И.С. Оценивание параметров трубопроводных систем на основе функ-

ционального эквивалентирования / И.С. Квасов, С.А. Сазонова // В книге: Понтрягинские чтения - X, 1999. - С. 219.

8. Сазонова, С.А. Использование задачи статического оценивания при технической диагностике с целью обеспечения безопасности функционирующих гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 4 (21). - С. 46-50.

9. Сазонова, С.А. Особенности формирования структурных графов для систем теплоснабжения при анализе потокораспределения в задачах обеспечения безопасности / С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2016. - № 1 (22). - С. 106-112.

10. Сазонова, С.А. Анализ гидравлических систем на основе декомпозиционного метода / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. -2015. - Т. 8. - № 2. - С. 34-37.

11. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач в области проектирования, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 3 (16). - С. 30-35.

12. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 3 (20). - С. 51-56.

13. Квасов, И.С. Информационные системы технической диагностики трубопроводных сетей / И.С. Квасов, С.А. Сазонова, В.Е. Столяров // В книге: Математическое моделирование в естественных и гуманитарных науках. Тезисы докладов. Воронежский государственный университет. - 2000. - С. 105.

14. Квасов, И.С. Синтез систем сбора данных для распределительных гидравлических сетей / И.С. Квасов, В.Е. Столяров, С.А. Сазонова // В сборнике: Информационные технологии и системы. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. - 1999. - С. 113-115.

15. Жидко, Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. -123 с.

16. Жидко, Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.

17. Жидко, Е.А. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2012. - Т. 15. - № 2. - С. 265-268.

18. Жидко, Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института МВД России. - 2015. - № 1. - С. 62-69.

19. Жидко, Е.А. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2014. - № 10 (93). - С. 12-19.

20. Николенко, С.Д. Разработка конструкций пневматических опалубок / С.Д. Николенко, И.В. Михневич // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. - № 2 (15). - С. 18-22.

21. Михневич, И.В. К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов // В сборнике: Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2012. - С. 234-237.

22. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.

23. Николенко, С.Д. Обеспечение безопасности земляных работ с применением расчетов прикладной механики / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 47-51.

24. Михневич, И.В. Исследование влияния теплового воздействия на прочностные характеристики бетона / И.В. Михневич, С.Д. Николенко // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2017. - № 3 (47). - С. 43-51.

25. Николенко, С.Д. Эксперименталь-

ное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоцикловом нагружении / С.Д. Николенко, Г.Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1986. - № 1.-С.18-22.

26. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных районах / С.Д. Николенко // В сборнике: Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях. Межвузовский сборник научных трудов. Воронежский государственный технический университет. Международная академия наук экологии безопасности человека и природы. В. И. Федянин - ответственный редактор. Воронеж, 2006. - С. 38-46.

27. Сазонова, С.А. Численное решение задач в сфере пожарной безопасности / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 68-71.

28. Николенко, С.Д. Автоматизация расчетов по интегральной математической модели времени эвакуации людей при пожаре / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10. - № 1. - С. 43-49.

29. Сазонова, С.А. Расчет коэффициента теплопотерь на начальной стадии пожара с применением информационных технологий / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 63-68.

УДК 330.43

*Воронежский государственный университет
Преподаватель М.В. Добринина
Россия, г. Воронеж, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru*

*Voronezh State University
Lecturer M.V. Dobrina
Russia, Voronezh, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru*

М.В. Добринина

ЛИНЕЙНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ПОСЕЩАЕМОСТИ КИНОНОВИНОК

Аннотация. В данной работе был произведен линейный регрессионный анализ в среде Microsoft Excel двумя методами: расчетным и с применением Пакета анализа. Стоит отметить, что результаты анализа совпали, что говорит об его качественном выполнении. В завершении работы было реализовано прогнозирование среднего числа зрителей за первые три дня проката фильма при условии, что расходы на рекламу фильма составят 5200 руб.

Ключевые слова: регрессионный анализ, прогноз, доверительные границы прогнозной оценки, остаточная дисперсия, предельные ошибки

M.V. Dobrina

LINEAR REGRESSION ANALYSIS AND FORECAST OF NEW FILMS ATTENDANCE

Abstract. The author performed the linear regression analysis in Microsoft Excel. The writer used two methods: calculated and analysis ToolPak in this work. It should be noted that the analysis results coincided, what indicates its qualitative performance. Likewise the author made the predict of viewers average number for the first three days of film release, provided that the advertising costs of the film will be 5200 rubles

Keywords: regression analysis, prediction, confidence limits of the forecast estimates, the residual variance, limit errors

Актуальность данной темы обосновывается тем, что регрессионный анализ дает возможность выявить фактор, наиболее влияющий на результирующий показатель и оценить его влияние для дальнейшей корректировки, при необходимости. При этом

прогнозирование дает возможность сгладить влияние неопределенности.

Цель работы – выполнить линейный регрессионный анализ и спрогнозировать среднее число зрителей за первые три дня проката фильма при условии, что расходы на рекламу фильма составят 5200 руб.

Отделу маркетинга кинотеатра «Мак-

© Добринина М.В., 2017

симир» было поручено задание: выявить главный фактор, влияющий на посещаемость киносеансов и спрогнозировать посещаемость на ближайшие киноновинки. В результате специалисты отдела маркетинга кинотеатра «Максимир» в качестве фактора, в наибольшей степени влияющего на посещение киносеансов, установили расходы на рекламу фильма [1].

Соответственно, в качестве независи-

мой переменной x берутся расходы на рекламу фильма, руб., а в качестве зависимой переменной y - среднее число зрителей за первые три дня проката фильма [3].

Теперь перейдем непосредственно к линейному регрессионному анализу. Произведем его в программе Microsoft Excel. Вспомогательные расчеты, необходимые для осуществления анализа, представлены на рисунке 1.

№ п/п	Среднее число зрителей за первые три дня проката фильма (y)	Расходы на рекламу фильма, руб. (x)	y^2	x^2	xy	y расч	$(y-yrасч)^2$	$(x-хрч)^2$
1	282	2750	79524	7562500	775500	271,3073199	114,3334077	2177395,36
2	263	2430	69169	5904900	639090	264,1199672	1,254326554	3224179,36
3	295	3700	87025	13690000	1091500	292,6447732	5,547093258	276255,36
4	276	2860	76176	8179600	789360	273,7779724	4,9374067	1864863,36
5	285	3180	81225	10112400	906300	280,9653251	16,2786017	1093279,36
6	342	4270	116964	18232900	1460340	305,4472452	1336,103884	1971,36
7	276	2875	76176	8265625	793500	274,1148795	3,553679121	1824120,36
8	328	5295	107584	28037025	1736760	328,4692343	0,220180805	1143616,36
9	321	5140	103041	26419600	1649940	324,9878603	15,90302989	836127,36
10	326	4870	106276	23716900	1587620	318,9235315	50,07640668	415251,36
11	305	4565	93025	20839225	1392325	312,0730859	50,02854483	115192,36
12	328	5987	107584	35844169	1963736	344,0118845	256,3804443	3102529,96
13	335	6100	112225	37210000	2043500	346,5499184	133,4006148	3513375,36
14	251	2375	63001	5640625	596125	262,884641	141,2446909	3424720,36
15	292	3480	85264	12110400	1016160	287,7034682	18,46018526	555919,36
16	290	3295	84100	10857025	955550	283,54828	41,62469154	866016,36
17	387	7500	149769	56250000	2902500	377,9945864	81,09747386	10721695,36
18	326	5430	106276	29484900	1770180	331,5013987	30,26538757	1450579,36
19	347	6310	120409	39816100	2189570	351,2666186	18,20403422	4344723,36
20	234	2100	54756	4410000	491400	256,7080097	515,6537067	4518175,36
Сумма			1879569	402583894			2834,567791	45469986,8
Средние значения	304,45	4225,6	93978,45	20129194,7	1337547,8			

Рис. 1. Вспомогательные расчеты для выполнения регрессионного анализа

Все результаты расчетов основных показателей, выполненные в рамках регрессионного анализа, представлены на рисунке 2.

Отметим, что \hat{b}_0 и \hat{b}_1 – оценки коэффициентов однофакторной регрессионной модели;

σ_x и σ_y - среднеквадратические ошибки;
 r – коэффициент корреляции;
 D – коэффициент детерминации;
 $F_{расч}$ – дисперсионное отношение Фишера (F-критерий);
 $F_{табл}$ – табличное значение дисперсионного отношения Фишера (F-критерия);
 $S_{ост}$ – остаточная дисперсия;
 S_{b_0} и S_{b_1} - стандартные ошибки пара-

метров линейной регрессии;
 t_{b_0} и t_{b_1} - t-статистики Стьюдента;
 $t_{табл}$ – табличное значение распределения Стьюдента;
 Δ_{b_0} и Δ_{b_1} - предельные ошибки;
 $\hat{b}_0 - \Delta_{b_0} \leq b_0 \leq \hat{b}_0 + \Delta_{b_0}$ и
 $\hat{b}_1 - \Delta_{b_1} \leq b_1 \leq \hat{b}_1 + \Delta_{b_1}$ – доверительные интервалы для коэффициентов регрессии [2].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
30	b1 расч		0,02246								
31	b0 расч		209,54101								
32			y=209,54+0,02*x								
33	сигма x		1507,81277								
34	сигма y		35,89774								
35	r		0,94341 D		89,00177						
36	F расч		145,66273								
37	F1;18табл		4,41000								
38	Sост		12,54894								
39	Sb0		8,34945								
40	Sb1		0,00186								
41	tb0		25,09638								
42	tb1		12,06908								
43	t18;0,05табл		2,10100								
44	дельта b0		17,54220								
45	дельта b1		0,00391								
46	191,99881	<b0<		227,08321							
47	0,01855	<b1<		0,02637							
48											

Рис. 2. Регрессионный анализ в Excel

По результатам регрессионного анализа можно сделать следующие выводы:

Коэффициент корреляции достаточно высокий, что свидетельствует о существенной зависимости между средним числом зрителей за первые три дня проката фильма и расходами на рекламу фильма, руб [4]. Коэффициент детерминации также достаточно высокий. Он показывает, что среднее число зрителей за первые три дня проката фильма объясняется расходами на рекламу фильма, руб. на 89 %.

Сравнение расчетного значения F-критерия с табличным $F_{1;18}$ для 95%-го уровня значимости позволяет сделать вывод об

адекватности построенной модели (так как $F_{расч} > F_{табл}$).

При этом сопоставление расчетных значений t-статистики Стьюдента с табличным $t_{18;0,95} = 2,101$ подтверждает значимость коэффициентов регрессии (аналогично, так как $F_{расч} > F_{табл}$) [6].

Также вышерассмотренный регрессионный анализ можно было осуществить с применением встроенной функции анализа данных в Надстройках.

Для ее подключения необходимо пройти следующие итерации: Файл → Параметры → Надстройки → Пакет анализа → Перейти → ОК.

А для непосредственного осуществления регрессионного анализа выбрать опции: Данные → Анализ данных → Регрессия → Внести входные данные, подтвердить уро-

вень надежности и задать выходной интервал → ОК [5].

В итоге получилось следующее (см. рис. 3):

Регрессионная статистика	
Множественный	0,943407505
R-квадрат	0,89001772
Нормированный	0,883907594
Стандартная ошибка	12,54894372
Наблюдения	20

Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	22938,38221	22938,38221	145,6627289	4,60079E-10
Остаток	18	2834,567791	157,4759884		
Итого	19	25772,95			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
У-пересечение	209,5410077	8,349451718	25,09637936	1,85391E-15	191,9994606	227,0825548	191,9994606	227,0825548
Переменная X	0,022460477	0,001860993	12,06908153	4,60079E-10	0,018550676	0,026370279	0,018550676	0,026370279

Доверительные интервалы прогноза	
упрогн	326,3354889
298,1013592	354,5696187

Рис. 3. Регрессионный анализ с применением Пакета анализа

Заметим, что полученные результаты регрессионного анализа, осуществленного двумя методами, совпали [7].

Спрогнозируем среднее число зрителей за первые три дня проката фильма при усло-

вии, что расходы на рекламу фильма составят 5200 руб.

Для прогнозирования обратимся к построенной линейной модели $y=0,02*x + 209,54$. В итоге получим следующее (см. рис. 4):

А	В	С	Д	Е	Ф	Г
70						
71	Упрогн	326,3354889				

Рис. 4. Расчет прогнозного значения y в Excel

Определим доверительные границы прогнозной оценки. Полученные результаты

представлены на рисунках 5 и 6.

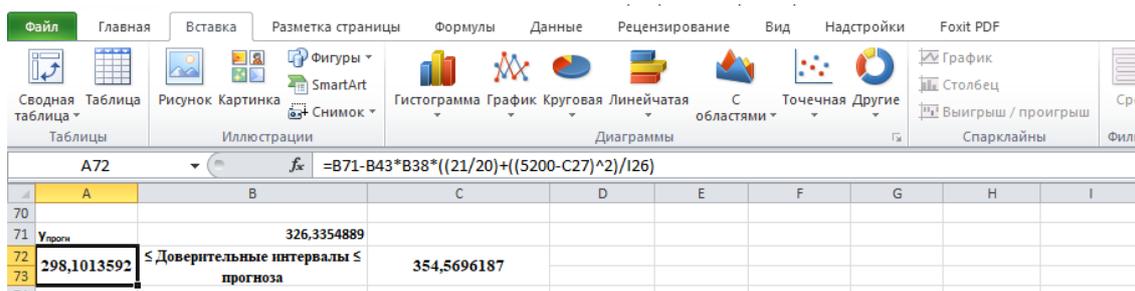


Рис. 5. Расчет левой границы доверительного интервала прогноза в Excel

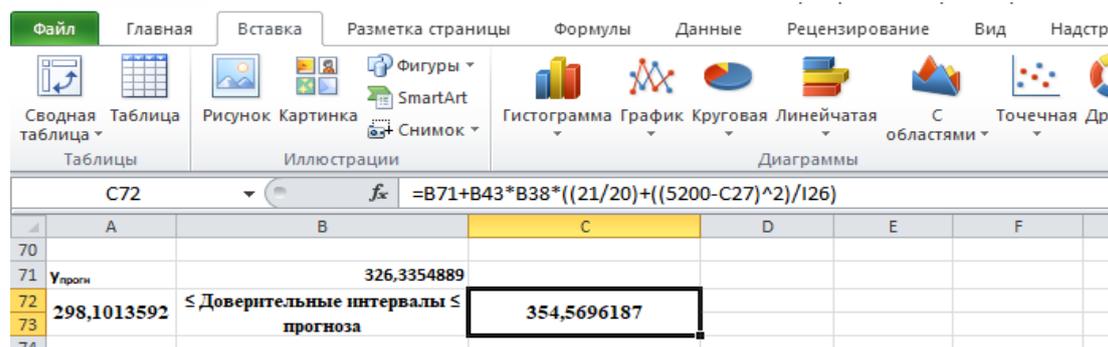


Рис. 6. Расчет правой границы доверительного интервала прогноза в Excel

Вывод: в данной работе был произведен линейный регрессионный анализ в среде Microsoft Excel двумя методами: расчетным и с применением Пакета анализа. Стоит отметить, что результаты анализа совпали, что говорит об его качественном выполнении. В завершении работы было реализовано прогнозирование среднего числа зрителей за первые три дня проката фильма при условии, что расходы на рекламу фильма составят 5200 руб.

Библиографический список

1. Тинякова В.И. Эконометрика: задачи и компьютерные решения. Учебное пособие. Воронеж, 2006.
2. Давнис В.В., Тинякова В.И. Основы эконометрического моделирования. Учебное пособие. Воронеж, 2003.
3. Гасилов В.В., Добрина М.В. Оценка рисков инвестиционных проектов. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. Сборник № 2(13), 2015. – с. 11-16.
4. Давнис В.В., Добрина М.В. Модели

доходности финансовых активов и их применение в моделях портфельного инвестирования. Материалы XII международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы». Воронежский государственный университет, 2016. – с. 197-200.

5. Добрина М.В. Управление рисками инвестиционных проектов. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Управление строительством. Сборник № 1(8), 2016. – с. 27-31.

6. Добрина М.В. Формирование оптимального инвестиционного портфеля Марковица. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Экономика и предпринимательство, 2016. – с. 21-30.

7. Добрина М.В. Оптимизация инвестиционного портфеля с применением Microsoft Excel. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2017. – с. 135-139.

УДК 004.7

Воронежский государственный технический университет
Магистр А.А. Сысоева
Россия, Воронеж

Voronezh State Technical University,
Master A.A. Sysoeva
Russia, Voronezh

А.А. Сысоева

КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО МЕССЕНДЖЕРА

Аннотация. Рассмотрены протоколы шифрования для виртуального общения, на основе эталонного приложения разработаны этапы создания своего мессенджера

Ключевые слова: протоколы шифрования, веб-приложение, мессенджер

А.А. Sysoeva

CONCEPTS OF CREATION OF THE MOBILE MESSENGER

Abstract. Protocols of encoding for the virtual communication are considered, on the basis of reference application stages of creation of the messenger are developed

Keywords: protocols of enciphering, web application, messenger

Первое SMS-сообщение было написано в 1992 году, после чего постепенно стало одним из основных источников доходов для мобильных операторов. Короткие сообщения были безумно популярны около двадцати лет, а сегодня их вытесняют более удобные, быстрые и функциональные мобильные мессенджеры. Мессенджер - это программа, мобильное приложение или веб-сервис для мгновенного обмена сообщениями.

Для начала стоит рассмотреть архитектуру будущего приложения. Большинство провайдеров услуг по обмену информацией по сети Интернет предлагают передавать данные через их серверы. То есть, они предоставляют клиент-серверную архитектуру (рис.1).

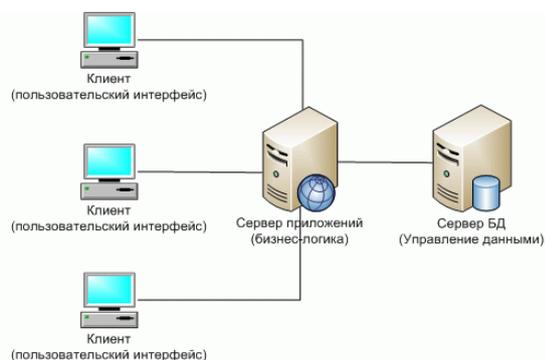


Рис. 1. Архитектура клиент/сервер

Если говорить о безопасности передачи данных, то данная архитектура изначально представляет угрозу. Ведь, не всегда пользователь доверяет разработчикам приложения, тому, как эта информация может сохраняться, изменяться, передаваться третьим лицам.

Эту проблему можно решить, организовав соединение типа точка-точка (peer-to-peer) между абонентами-пользователями, как это сделано в протоколе Тох. Такое соединение позволяет передавать данные напрямую между абонентами, что значительно снижает вероятность доступа к этому трафику третьими лицами. Вопрос лишь в том, как обмениваться данными для подключения друг к другу, ведь когда у приложения клиент-серверная архитектура, клиенты просто подключаются к серверу, который всегда расположен по одному и тому же адресу.

Есть разные способы обмена контактной информацией между клиентами: можно как передать данные в реальном мире, так и отправить электронным письмом. Подойдет для этого и сигнальный сервер, который будет реализовывать обмен контактными адресами абонентов. Наличие такого сервера позволяет провести на коммуникации разного рода хакерские атаки, но уже не столь значительные как при клиент-серверной архитектуре. С другой стороны, при применении такого решения пользователи не будут передавать большие объёмы информации,

как это реализовано в протоколе Тох.

При изучении вопроса соединения двух абонентов напрямую через мобильные средства связи более детально возникают трудности, связанные с применением NAT'ов мобильными операторами при предоставлении доступа к сети Интернет.

Network Address Translation (NAT) - механизм, который преобразовывает IP-адреса пакетов в сетях TCP/IP. Он позволяет существенно сэкономить на количестве выдаваемых IP-адресов, что очень важно, пока используется IPv4. Все мобильные сети построены с помощью NAT'ов и устройства, которые подключены к таким сетям имеют локальный IP-адрес и глобальный.

Всего существует 4 типа построения NAT [1]:

1) Cone NAT.

Внутренний IP-адрес (192.168.0.5: 1234) проецируется на внешний (1.1.1.3: 5678). Пакет с адреса 192.168.0.5: 1234 будет отправлен через 1.1.1.3: 5678. Пакет из внешней сети, посланный на адрес 1.1.1.3: 5678, будет перенаправлен на 192.168.0.5: 1234.

2) Address-Restricted cone NAT.

Внутренний IP-адрес (192.168.0.5: 1234) проецируется на внешний (1.1.1.3: 5678). Пакет с адреса 192.168.0.5: 1234 будет отправлен через 1.1.1.3: 5678. Пакет из внешней сети (1.1.1.50: 3456), отправленный на 1.1.1.3: 5678 будет доставлен на 192.168.0.5: 1234 только в том случае, если с адреса 192.168.0.5: 1234 уже посылались пакеты в эту внешнюю сеть (1.1.1.50).

3) Port-Restricted cone NAT.

Внутренний IP-адрес (192.168.0.5: 1234) проецируется на внешний (1.1.1.3: 5678). Пакет с адреса 192.168.0.5: 1234 будет отправлен через 1.1.1.3: 5678. Пакет из внешней сети (1.1.1.50: 3456), отправленный на 1.1.1.3: 5678 будет доставлен на 192.168.0.5: 1234 только в том случае, если с адреса 192.168.0.5: 1234 уже посылались пакеты в эту внешнюю сеть по этому же порту (1.1.1.50: 3456).

4) Symmetric NAT.

При отправке каждого пакета данных внутренний адрес будет меняться на внешний. Но если у предыдущих типов внешний адрес: порт были всегда одинаковы, то при так типа NAT'а, порт у каждого пакета будет

разный. То есть, обратно информацию послать будет нельзя.

Стоит учесть, что Symmetric NAT не позволяет соединить напрямую абонентов, поэтому пользователи с таким типом сети в любом случае будут общаться с помощью сервера. Что касается остальных типов NAT, то все ограничения обходятся с помощью STUN-серверов, которые позволяют узнать нужные IP-адреса, порты и соединиться напрямую.

Следует также помнить о том, что при передаче информации, пользователь может менять своё местоположение. При этом его телефон будет отключаться от одной сотовой вышки и подключаться к другой, а это повлечет за собой смену и внешнего, и внутреннего IP-адресов пользователя. Следовательно, произойдет разрыв прямого соединения.

Принимая во внимание всё вышесказанное, предлагается следующая архитектура приложения. Мобильный клиент с помощью STUN-сервера контролирует свои IP-адреса, отправляет их на сервер приложения и обновляет при смене. Таким образом, возможно будет решить проблему с разорванным соединением. Кроме этого, появится возможность отображать статус собеседника (в сети, не в сети). Сервер в свою очередь хранит идентификаторы пользователей и их корректные IP-адреса. При создании соединения двух пользователей, сервер должен отправить им адреса друг друга, чтобы они смогли соединиться напрямую, а также должен обновлять адреса для поддержания соединения.

Дополнительным плюсом такой архитектуры является отсутствие необходимости передавать все данные сервером. То есть, затраты на сервер будут существенно меньше, при этом приложение проще масштабировать.

Изначально существовало два типа криптографических систем. Первый тип - симметричные криптосистемы (симметричное шифрование). Это система, в которой и шифрование, и расшифровка происходят с применением одного и того же ключа, который должен обеими сторонами держаться в строгом секрете. К плюсам данных систем можно отнести скорость работы, большую изученность. Главным недостатком данных систем является сложность обмена ключами. Второй тип систем, который появился значи-

тельно позже - криптографические системы с открытым ключом (асимметричное шифрование). В таких системах есть два ключа: открытый и закрытый. Открытым ключом шифруется сообщение, он может лежать в открытом доступе, закрытый же ключ должен находиться в секрете, так как им сообщения можно расшифровать. Главным плюсом данных систем является отсутствие необходимости обмениваться единственным секретным ключом. Недостатками же являются большой размер ключа при той же криптостойкости, большая требовательность

к ресурсам системы и низкая скорость шифрования.

На данный момент существуют гибридные схемы шифрования, которые представляют собой смесь симметричного шифрования и асимметричного.

Подобные схемы лишены главного недостатка симметричного шифрования - необходимости обмена общим ключом. При этом они имеют такую же скорость шифрования.

На рисунке 2 можно увидеть основной принцип действия таких схем.

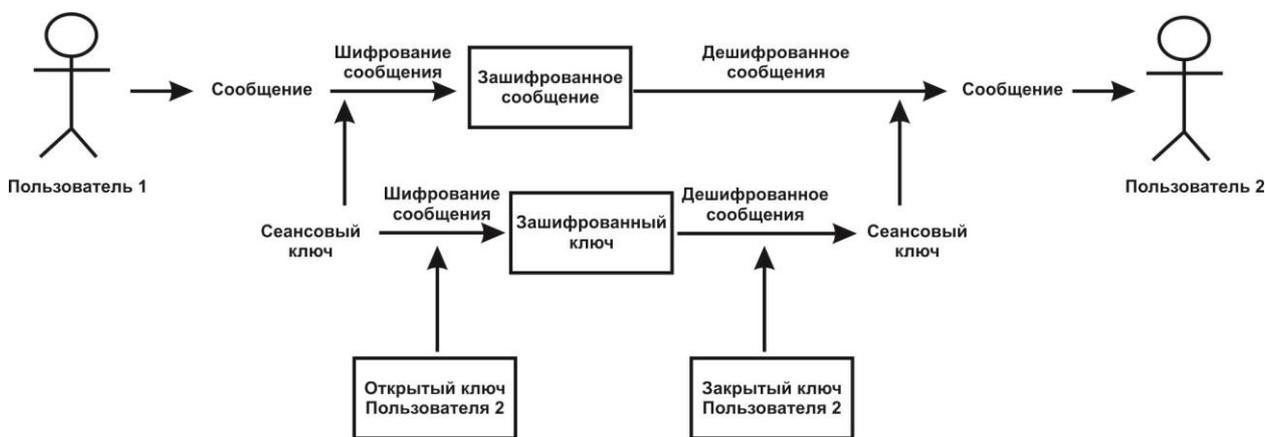


Рис. 2. Гибридная схема шифрования

В целом же всё происходит таким образом. Допустим, *Пользователь 1* хочет передать *Пользователю 2* сообщение. У них есть по паре ключей: открытый и закрытый. *Пользователь 1* берет открытый ключ *Пользователя 2*, и генерирует с помощью него сеансовый ключ. После этого *Пользователь 1* с помощью какого-либо алгоритма симметричного шифрования и выработанного сеансового ключа шифрует сообщение и передает его *Пользователю 2*. В тоже время, *Пользователь 2* с помощью сеансового ключа и своего секретного ключа расшифровывает сообщение.

В качестве алгоритма асимметричного шифрования был выбран алгоритм, описанный в стандарте ГОСТ Р 34.10-2012 [2]. Данный алгоритм основан на эллиптических кривых. Считается, что задача дискретного логарифма на эллиптической кривой является более трудной по сравнению с задачей дискретного логарифма в конечных полях.

Кроме исследования и определения общих принципов построения приложения

для безопасного обмена частной информацией, также был разработан пример программной реализации для операционной системы Android. Эта операционная система основана на ядре Linux и собственной реализации виртуальной машины Java от Google. Первая версия появилась в 2008 году и с тех пор ОС Android быстро завоевала рынок.

По данным международной исследовательской и консалтинговой компании International Data Corporation (IDC) [3] на август 2017-го года 89.8% смартфонов работает на мобильной операционной системе Android. Это позволяет считать, что данная операционная система является безоговорочным лидером рынка, и, если разработчик приложения желает охватить как можно большее количество пользователей, то в первую очередь стоит разработать приложение именно для Android.

И, наконец, как и было сказано выше, при установке приложения создаются закрытый и открытый ключи пользователя. Чтобы соединиться с собеседником необходимо,

чтобы он присутствовал в списке контактов, где должен храниться его открытый ключ. Открытый ключ представляет собой точку на эллиптической кривой. При передаче данных о точке координаты x и y "склеиваются", образуя длинную строку открытого ключа. Закрытый ключ представляет собой большое целое число.

Инициатор пишет сообщение и нажимает кнопку отправить. При этом приложение шифрует сообщение и прикрепляет к началу шифротекста временный, сеансовый ключ. Получатель принимает сообщение и с помощью временного ключа расшифровывает его.

При выборе эллиптической кривой использовался документ [4], опубликованный Национальным Институтом Стандартов и Технологий (National Institute of Standards and Technology, NIST) в США, который рекомендует некоторые кривые к использованию в криптографии. В приложении используется кривая Curve P-384.

Для работы с большими числами при программировании на языке Java используется встроенный класс *BigInteger*. Также для работы с эллиптическими кривыми были разработаны классы *ECPPoint.java* и *ECCrypto.java*. *ECPPoint.java* используется для реализации операций на эллиптических кривых. В свою очередь *ECCrypto.java* используется для реализации шифрования на эллиптических кривых.

При осуществлении блочного шифрования используется таблица, которая служит для реализации операции многочленов в конечном поле из восьми элементов. Это таблица хранится отдельно в ресурсных файлах и содержит 65 536 шестнадцатеричных числа. Для развертки мастер - ключа используются 32 итерационные константы.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы: будущий мессенджер был рассмотрен с точки зрения обеспечения безопасности передаваемой информации. Также была показана реализация защищенного канала связи между мобильными устройствами, и начальные этапы создания реального приложения, которое разрабатывалось по эталонной архитектуре.

В качестве дальнейших исследований

возможна доработка существующей программной реализации до эталонной, а также доработка и самой эталонной архитектуры. В современном мире появляются всё новые способы атак, поэтому и средства защиты должны развиваться.

Используя это исследование, любой человек, который не доверяет сторонним решениям и разработчикам, способен при необходимости построить свой собственный защищенный канал для передачи информации между мобильными устройствами.

Библиографический список

1. Типы Network Address Translation (NAT). 2009. URL: <http://aocz.com.ua/2009/01/26/nat-types/>
2. ГОСТ Р 34.10-2012. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи. М.: Стандартинформ, 2013.
3. Smartphone OS Market Share, 2015 Q2. URL: <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
4. Recommended elliptic curves for federal government use. 1999. URL: <http://csrc.nist.gov/groups/ST/toolkit/documents/dss/NISTReCur.pdf>
5. Сысоева А.А. Моделирование технологии обслуживания покупателей в гипермаркете на базе систем массового обслуживания / Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. – Выпуск №2 (8). – С. 107 - 111.
6. Сысоева А.А. Вопросы синтеза информационно – аналитической деятельности экономических систем / Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2017. – Выпуск №1 (9). – С. 117 - 121.



УДК 519.7

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sysoevd@yandex.ru

Voronezh State Technical University
Cand. of Engineering Sciences, Associate Prof. D.V. Sysoev
Russia, Voronezh, E-mail: Sysoevd@yandex.ru

Д.В. Сысоев

ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ЭТАПЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Аннотация. Рассматривается алгоритм построения логико-лингвистических моделей оценки взаимодействия систем с внешней средой в условиях конкуренции на этапах планирования и функционирования

Ключевые слова: логико-лингвистическая модель, информационная система, конкуренция, планирование, функционирование систем, функция принадлежности

D.V. Sysoev

LOGICAL-LINGUISTIC MODEL OF DECISION SUPPORT FOR THE ASSESSMENT OF INTERACTIONS OF THE INFORMATION SYSTEM IN THE OPERATIONAL PHASE

Abstract. The algorithm of construction of logical-linguistic models of evaluation of systems interaction with the external environment in terms of competition in the stages of planning and operation

Keywords: logical-linguistic model, information system, competition, planning, performance systems, membership function

При взаимодействии ИС с конкурентом позиции центра i -го поставщика представим на этапе функционирования структурно с в виде кортежа:

$$D_i = \langle R_i, \{X_j(t)\}, K_i \rangle, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, NN}, \quad (1)$$

где R_i – количество ресурса, поставляемого i -ым поставщиком, $\{X_j(t)\}$ – множество свойств i -го конкурента (здесь и далее под свойствами будем понимать отклонения, выявленные при взаимодействии ИС с элементом D_i множества конкурентов), K_i – оценки свойств конкурента, N – количество конкурентов, NN – количество выявленных отклонений во взаимодействии ИС с конкурентами (в данном случае со множеством конкурентов). Описание конкретного конкурента

D_i из множества носит в основном нечеткий характер. Множество свойств $X_j(t)$ зависит от времени и имеет обычно словесное неточное описание – лингвистическое [1].

Описание отклонения в развитии отношений между ИС и конкурентом можно рассматривать как список причин, с каждой из которой на этапе функционирования связан индикатор частоты проявления данного отклонения, т.е. патология (отклонение от нормы, ненормальность) у конкурента D_i может быть описана в виде

$$D_i = \{S_k^i, p_k^i, k = \overline{1, N_k}\}, \quad (2)$$

где S_k^i - k -ая причина отклонения, p_k^i - индикаторы частоты проявления k -ой причины,

которые, например, могут принимать значения: “всегда” или “почти всегда присутствует”; “очень часто”; “часто”; “иногда”; “никогда”.

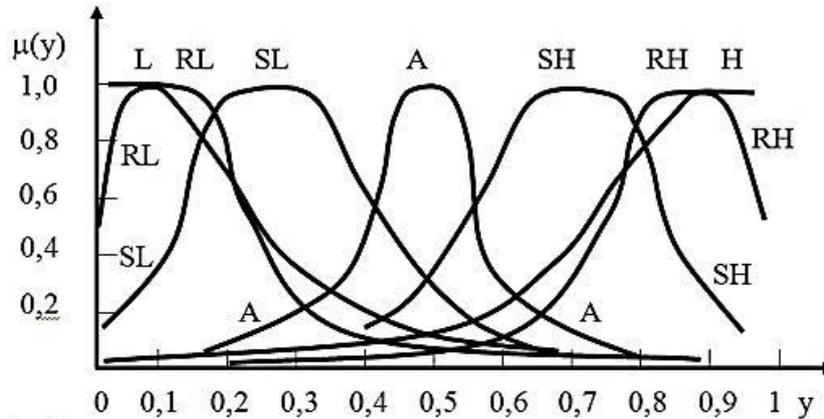


Рис. 1 - Функции принадлежности для некоторых лингвистических термов [1], где Н – очень часто; RH – почти всегда; SH – часто; А – одинаково (средне); SL – редко; RL – довольно редко; L – очень редко.

В качестве оценки базовых переменных примем функции принадлежности $\mu_A(y)$, где А – лингвистическая переменная из нечеткого подмножества, y – лингвистический терм, например, “постоянно”, “иногда” и т.д. Значение $y=0.5$ обычно рассматривается как число, соответствующее середине шкалы – нормы [2].

На рис.1 показаны графики функций принадлежности для некоторых лингвистических термов [1].

Предположим, что А – причина, например, срыва договора поставки, В – факт срыва договора поставки. Схему логического вывода оценки свойств конкурента по частоте срыва поставок ресурса можно представить следующим образом:

$$\frac{K_A \text{ A}; \text{ A} \Rightarrow K_B \text{ B}}{K_{L_B} \text{ B}}, \quad (3)$$

где K_A и K_B – известные размытые оценки (типа “редко”, “очень часто” и т.п.), K_A – оценка основания вывода, K_B – оценка заключения вывода, K_{L_B} – искомая оценка, которая определяется по оценкам K_A и K_B . Учитывая, что оценкам K_A и K_B можно по-

ставить в соответствие некоторые функции принадлежности μ_{K_A} и μ_{K_B} на шкале, задачу можно свести к поиску отображения φ :

$$(\mu_{K_A}, \mu_{K_B}) \xrightarrow{\varphi} \mu_{K_{L_B}}, \quad (4)$$

где $\mu_{K_{L_B}}$ - функция принадлежности искомой оценки.

В [3] доказано, что отображение φ является правдоподобным, если слово, соответствующее $\mu_{K_{L_B}}$, при заданных словах соответствующих μ_{K_A} и μ_{K_B} , таково, что оно приемлемо для эксперта. Поясним суть этого утверждения. Пусть имеется схема вывода для принятия решения (рис. 2).

Задача состоит в определении соответствующего символу K_{L_B} слова из фиксированного заранее множества значений лингвистической термов базовой переменной срыва договора (см. рис.1). Пусть, например, в качестве K_{L_B} будет использовано словосочетание “почти всегда”.

$$\frac{\text{редко A; всегда, когда A, то часто B}}{\text{почти всегда B (из-за A)}} \quad (5)$$

В [4] в качестве отображения φ предлагается использовать операцию суперпозиции μ_{K_A} и μ_{K_B} . Другими словами,

$$\varphi: \mu_{KL_B} = \mu_{K_A}(\mu_{K_B}(y)), \quad (6)$$

где $y \in [0, 1]$. Смысл операции суперпозиции состоит в следующем [4]. Если типовой график функции принадлежности некоторого термина, например, “часто”, имел один макси-

мум, то после применения к нему операции суперпозиции график результирующей оценки “часто-часто” будет иметь два максимума. При образовании последовательности одноименных оценок будет наблюдаться увеличение числа максимумов, которые, однако, не будут выходить из интервала области определения, образованного графиком первой оценки.

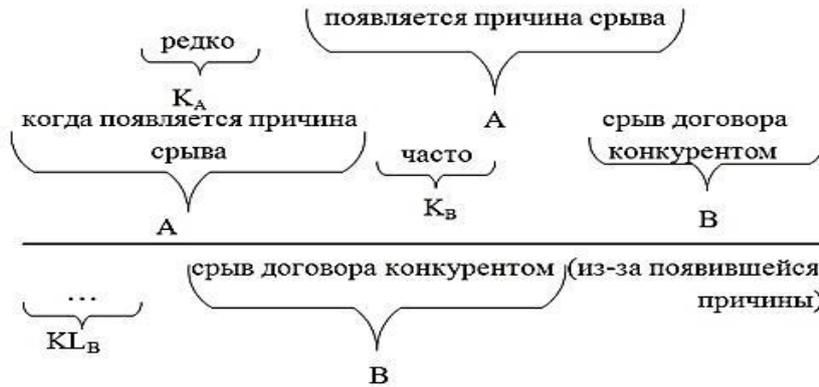


Рис. 2 - Схема вывода правила принятия решения.

Для оценки частоты срыва договора из-за появления какой-либо причины по правилу суперпозиции (6) получаем $KL_B =$ редко

(часто), где оценка KL_B характеризуется функцией принадлежности $\mu_{KL_B}(y)$:

$$\mu_{KL_B}(y) = \mu_{редко(часто)}(y) = \mu_{редко}(\mu_{часто}(y)).$$

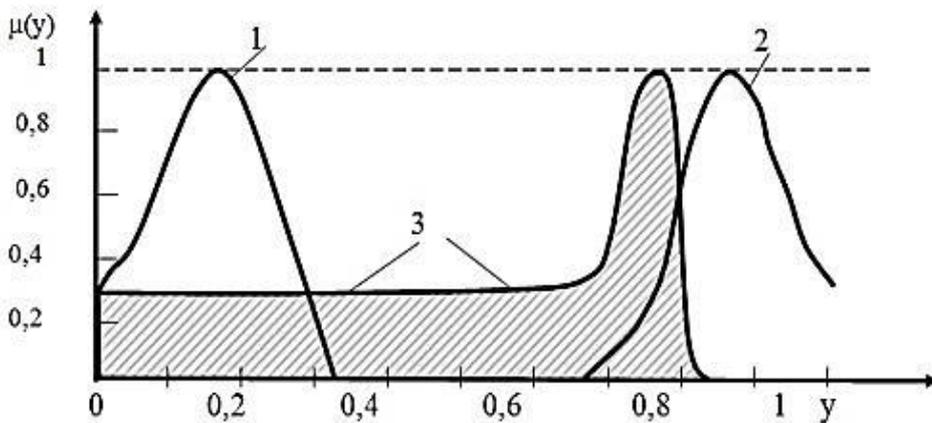


Рис. 3 - Функции принадлежности для некоторых оценок частоты отказа.

1- $\mu_{редко}(y)$; 2- $\mu_{часто}(y)$; 3- $\mu_{редко(часто)}(y)$.

На рис.3 показан вид функции принадлежности для оценки частоты отказа “редко”

(кривая 1), “часто” (кривая 2) и “редко-часто” (кривая 3), который был получен сле-

дующим образом:

1. Из рис. 1 выбраны лингвистические термы для оценок “редко” и “часто”.

2. Координатных осях $\mu(y)$ -у, где y – ось абсцисс – безразмерная величина $\in [0, 1]$, а $f(y)$ – ось значений функции принадлежности $\in [0, 1]$, построены графики функции принадлежности соответствующих оценок “редко” (кривая 1) и “часто” (кривая 2).

3. По правилу суперпозиции (6) построена функция принадлежности $\mu_{KL_B}(y) = \mu_{редко(часто)}(y) = \mu_{редко}(\mu_{часто}(y))$ (рис.3, кривая 3) для оценки KL_B .

Пусть появление причины А ведет к срыву договора поставки В с оценкой K_1 , а появление причины С ведет к срыву договора поставки В с оценкой K_2 . Причем причины А и С являются независимыми и не имеют места одновременно. Т.е., имеют место посылки:

$$K_A A; \text{ всегда } A \Rightarrow K_1 B; \tag{7}$$

$$K_C C; \text{ всегда } C \Rightarrow K_2 B. \tag{8}$$

По правилу суперпозиции (6) из (7) выводим $K_A(K_1)B$, а из (8) - $K_C(K_2)B$, где значения истинности заключения характеризуются функциями принадлежности $\mu_{K_A(K_1)}(x) = \mu_{K_A}(\mu_{K_1}(x))$ и $\mu_{K_C(K_2)}(x) = \mu_{K_C}(\mu_{K_2}(x))$ соответственно.

Пусть p – частота появления некоторого события, в относительных единицах $p \in [0, 1]$, а $f(p)$ – функция распределения частоты появления некоторого события. Построим график $f_B(p)$ функции распределения, характеризующей прошлый опыт эксперта по наблюдению за частотой появления некоторого события В (частота срыва договора поставки).

Откладывая по оси абсцисс частоту p , по оси ординат – число оценочных событий S' , получим некоторую кривую Q , отражающую закономерности частоты появления срыва договора поставки В в аналогичных событиях в прошлом (рис.4). Частота p_n , которая регистрировалась в наибольшем числе

событий в прошлом опыте эксперта, является той частотой, которая представляется данному эксперту наиболее привычной и о которой данный эксперт может сказать “ни часто, ни редко”, “как обычно”. Эта частота называется нормой. Если p_n – норма, то о частоте p_1 ($p_1 < p_n$) эксперт говорит “реже, чем обычно”, а о частоте p_2 ($p_2 > p_n$) – “чаще, чем обычно”.

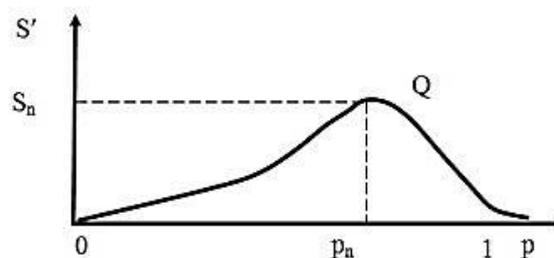


Рис. 4. Q – график закономерности частоты появления срыва договора В в координатных осях: ось абсцисс – p , ось ординат - S'

Для оценки частоты срыва договора существенным является относительное число S'/S_n . Для p_1 ($p_1 < p_n$) чем меньше отношение S'/S_n , тем более редкой представляется эксперту частота p_1 . Если p_2 лежит правее нормы $p_2 > p_n$, то чем меньше отношение S'_2/S_n , тем более частой представляется частота p_2 .

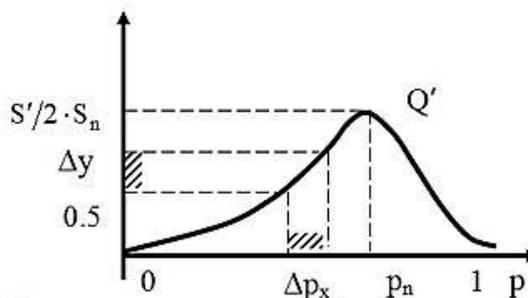


Рис. 5. Q' - кривая, аналогичная Q , построенная в координатных осях ($x=p, y = S'/2 \cdot S_n$)

Строим кривую Q' в следующих координатных осях: по оси абсцисс – частота p ,

по оси ординат – значение $S'/2 \cdot S_n$ ($x=p$, $y=S'/2 \cdot S_n$). Коэффициент $1/2$ (или 0.5) перед S'/S_n введен из соображения нормировки ($y=0.5$ соответствует норме) (рис.5). Эксперт отмечает не точное значение частоты p , а некоторый интервал Δp . Сама кривая Q' также выявляется нечетко. Поэтому эксперт оценивает частоту не точным значением y , а некоторым интервалом значений Δy . Фактически Δy является нечетким подмножеством интервала $[0, 0.5]$ [5].

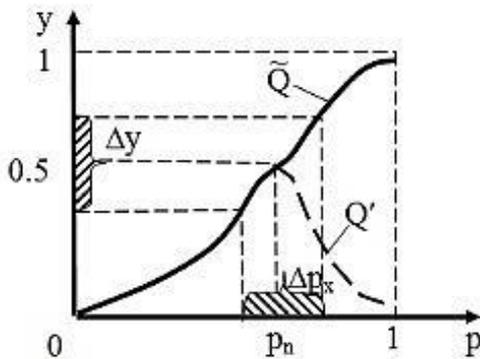


Рис. 6. Кривая $\tilde{Q}(p) = \begin{cases} Q'(p), & 0 \leq p \leq p_n, \\ 1 - Q'(p), & p_n < p \leq 1 \end{cases}$

построенная в координатных осях:
ось абсцисс - p , ось ординат - y

В [3] применимо следующее преобразование кривой Q' (рис.6):

$$\tilde{Q}(p) = \begin{cases} Q'(p), & 0 \leq p \leq p_n, \\ 1 - Q'(p), & p_n < p \leq 1. \end{cases} \quad (9)$$

Значение $y=0.5$ соответствует норме, интервал $0 \leq y \leq 0.5$ - частоте “реже обычного”, а интервал $0.5 < y \leq 1$ - частоте “чаще обычного”. Тогда Δy – нечеткое подмножество на интервале $[0, 1]$. Из этого следует, что когда эксперт произносит слово “часто”, “редко” и т.п., он применяет их для обозначения нечеткого подмножества Δy , а не частотного интервала Δp . Эксперт обозначает словом (оценкой) K не полученное в результате оценки нечеткое подмножество Δy , а некоторое фиксированное нечеткое подмно-

жество ΔY_K . Степень принадлежности значения $y \in [0, 1]$ подмножеству ΔY_K равна степени употребления экспертом слова K для обозначения значения y . Получив оценку Δy , эксперт находит среди нечетких подмножеств $\{\Delta Y_{K_j}\}$ то подмножество ΔY_{K_*} , которое наилучшим образом приближает Δy . Это дает ему основание пользоваться именно словом (оценкой) K_* для наиболее точного высказывания о нечетком подмножестве Δy . Для удобочитаемости обозначим кривую \tilde{Q} через $f_B(p)$. Методику построения функции $f_B(p)$ - распределения частоты срыва договора B можно представить в виде алгоритма.

1. Строим кривую Q (рис. 4), отражающую закономерности частоты появления срыва договора B в аналогичных событиях в прошлом.
2. Фиксируем частоту p_n – норма, наиболее привычная, о которой эксперт может сказать “ни часто, ни редко”.
3. Определяем соответствующее этой частоте значение S_n – число событий, когда частота появления срыва договора B была равна p_n .
4. Для оси ординат проводим следующие преобразования. Вводим нормировочный коэффициент 0.5 ($y=0.5$ соответствует норме).
5. Строим по полученным данным график в координатных осях: ось абсцисс - p , ось ординат - $S'/2 \cdot S_n$. Получаем график зависимости функции, но в других координатах: $p \in [0, 1]$, $y \in [0, 0.5]$.
6. Применяем преобразование (9). Получаем функцию $f_B(p)$ в следующих координатах: ось абсцисс – p ($p \in [0, 1]$), ось ординат – y ($y \in [0, 1]$) (рис.7).

Зная вид функции $f_B(p)$ – распределения частоты появления факта B (частоты срыва договора i -ым конкурентом из-за какой-то причины) в прошлом опыте исходя из наблюдений, определяем частоту Δp_1 появления срыва договора B , обусловленную наличием причины срыва договора A : Δp_1

представляет собой нечеткое подмножество интервала частот $0 \leq p \leq 1$ с функцией принадлежности $\mu_{\Delta p_1}(p) = \mu_{K_A(K_1)}(\mu_B(p))$, $p \in [0, 1]$. Частота появления срыва договора В, обусловленная наличием причины срыва договора С, представляет собой нечеткое множество Δp_2 с функцией принадлежности $\mu_{\Delta p_2}(p) = \mu_{K_C(K_2)}(\mu_B(p))$, $p \in [0, 1]$ (рис.8).

Пусть со степенью возможности α частота, обусловленная наличием причины А, равна $f_B^{-1}(y_1)$, а частота, обусловленная наличием причины С, равна $f_B^{-1}(y_2)$. Знак “-1” означает, что значения $f_B^{-1}(y_1)$ и $f_B^{-1}(y_2)$ (рис. 8) получены путем трансформирования через график функции $f_B(p)$ графика 1- $\mu_{K_A(K_1)}(y)$ и график 2 - $\mu_{K_C(K_2)}(y)$ из системы координат $y - \mu(y)$, где $y \in [0, 1]$, $\mu(y) \in [0, 1]$ систему координат $p - f^{-1}(p)$, где $p \in [0, 1]$, $f^{-1}(p) \in [0, 1]$.

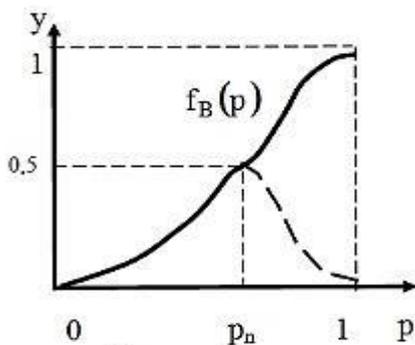


Рис. 7. Функция $f_B(p)$ - распределения частоты срыва договора поставки В в координатах: по оси абсцисс – p ($p \in [0, 1]$), по оси ординат – y ($y \in [0, 1]$)

Так как причины А и С являются независимыми и не имеют места одновременно, то пересечения между графиками функций $\mu_{\Delta p_1}(p)$ (рис. 7 кривая 1') и $\mu_{\Delta p_2}(p)$ (рис. 8 кривая 2') нет. Но функции принадлежности (ширина интервала, крутизна линий, наличие или отсутствие максимумов, острота пиков), получаемые в результате переноса через кривую $f_B(p)$ кривых $\mu_{\Delta p_1}(p)$ и $\mu_{\Delta p_2}(p)$, да-

ют возможность эксперту по виду графиков функций $\mu_{K_A(K_1)}(y)$ (рис. 8 кривая 1) и $\mu_{K_C(K_2)}(y)$ (рис. 8 кривая 2), характеризующих частоту срыва договора для двух (трех и т.д.) наиболее важных или наиболее часто встречающихся причин, опираясь на свой личный опыт, принять правильное решение о поддержке отношений с i -м конкурентом или о разрыве.

Предположим, что причина А и причина С имеют место одновременно, причем причина С вызывает причину А. То есть между фактами А и С существует следующая зависимость:

$$\text{всегда } C \Rightarrow K_3A, \tag{10}$$

где K_3 – оценка появления причины А одновременно с причины С.

Из посылки $K_C C$ ((8) и (10)) по правилу суперпозиции (6) выводим $K_C(K_3)A$, где значение истинности заключения имеет в качестве функции принадлежности выражение $\mu_{K_C(K_3)}(y) = \mu_{K_C}(f_{K_3}(y))$, $y \in [0, 1]$. Это означает, что оценка частоты появления причины А, когда причина А имеет место одновременно с причиной С, равна $K_C(K_3)$. Оценку частоты появления срыва договора поставки В, обусловленную этой частотой, определим, применяя к посылкам $K_C(K_3)A$ и “всегда $A \Rightarrow K_1B$ ” правило суперпозиции (6) $\mu_{(K_C(K_3), K_1)} = K_C(K_3(K_1))$.

Таким образом, частота срыва договора поставки В, обусловленная одновременным наличием причин А и С, представляет собой нечеткое подмножество Δp_3 интервала частот $[0,1]$ с функцией принадлежности $\mu_{\Delta p_3}(p) = \mu_{K_C(K_3(K_1))}(\mu_B(p))$, $p \in [0, 1]$. Итак, со степенью возможности α частота срыва договора поставки В, обусловленная наличием причины А, равна $f_B^{-1}(y_1)$; частота срыва договора В, обусловленная наличием причины С, равна $f_B^{-1}(y_2)$ и частота срыва договора В, обусловленная одновременным наличием причин А и С, равна $f_B^{-1}(y_3)$ (рис.9).

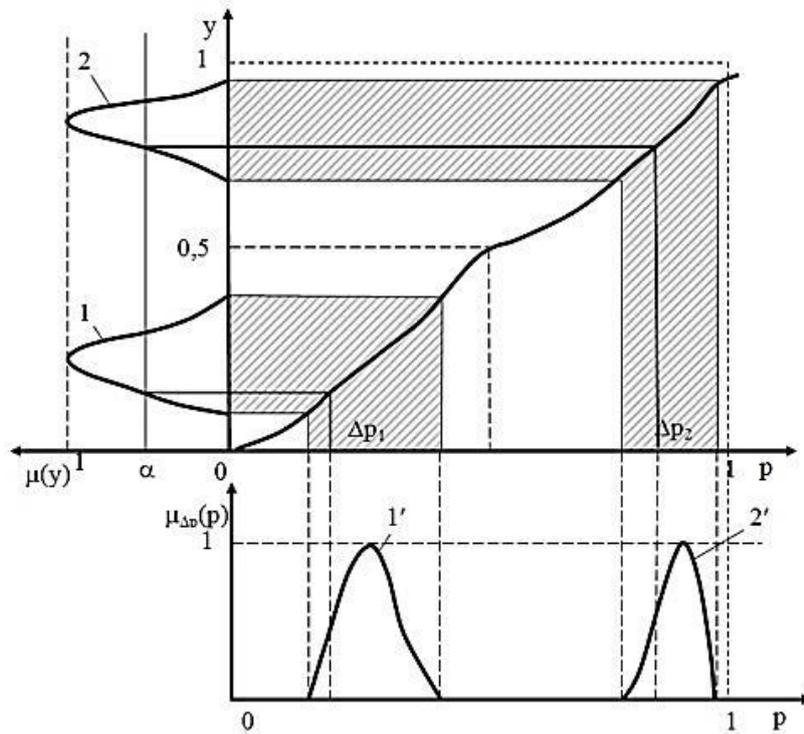


Рис. 8. 1- $\mu_{K_A(K_1)}(y)$; 2- $\mu_{K_C(K_2)}(y)$; 1' - $\mu_{\Delta p_1}(p)$; 2' - $\mu_{\Delta p_2}(p)$

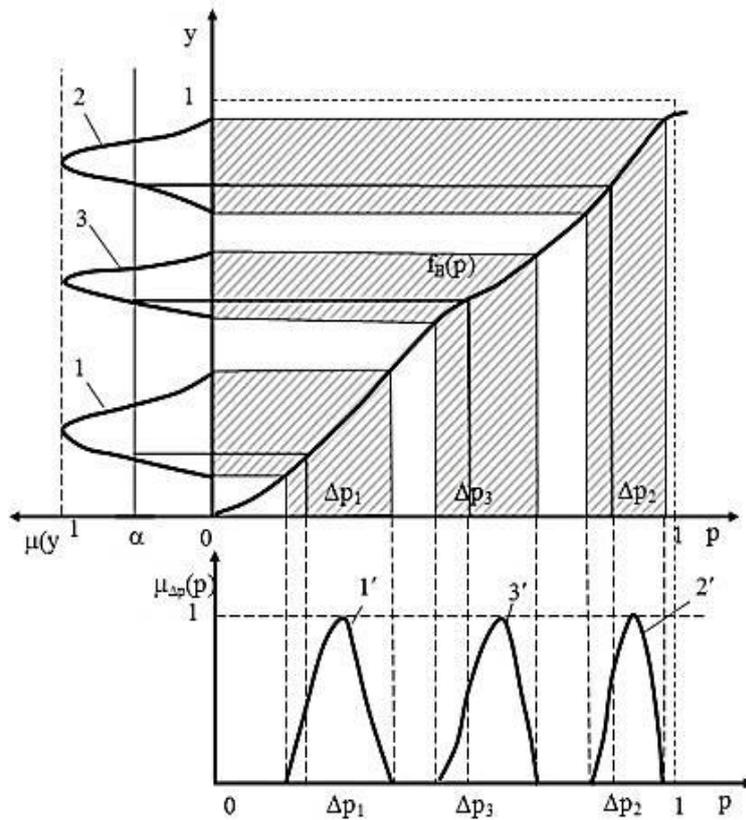


Рис. 9. 1- $\mu_{K_A(K_1)}(y)$; 2- $\mu_{K_C(K_2)}(y)$; 3- $\mu_{K_C(K_3(K_1))}(y)$;
1' - $\mu_{\Delta p_1}(p)$; 2' - $\mu_{\Delta p_2}(p)$; 3' - $\mu_{\Delta p_3}(p)$

Тогда результирующая частота срыва договора поставки В со степенью возможности α согласно [6] равна $f_B^{-1}(y_1)+f_B^{-1}(y_2)-f_B^{-1}(y_3)$. Эта частота имела место в $f_B(f_B^{-1}(y_1)+f_B^{-1}(y_2)-f_B^{-1}(y_3))$ случа-

ях прошлого, поэтому оценка срыва договора поставки В представляет собой нечеткое подмножество интервала [0,1] с функцией принадлежности $\mu_{KL}(y)$, удовлетворяющей соотношению

$$\begin{aligned} \mu_{KL}(f_B[\mu_B^{-1}(y_1)+\mu_B^{-1}(y_2)-\mu_B^{-1}(y_3)]) &= \\ &= \mu_{K_A(K_1)}(y_1) = \mu_{K_C(K_2)}(y_2) = \mu_{K_C(K_3(K_1))}(y_3) \end{aligned} \tag{11}$$

Эту операцию обозначим следующим образом:

$$KL = K_A(K_1) \oplus K_C(K_2) - K_C(K_3(K_1)). \tag{12}$$

Соотношение (11) принимает простой вид в случае, когда функцию $f_B(p)$ можно заменить аддитивной нечеткой функцией [6]

$$\mu_{KL}(y_1 + y_2 - y_3) = \mu_{K_A(K_1)}(y_1) = \mu_{K_C(K_2)}(y_2) = \mu_{K_C(K_3(K_1))}(y_3).$$

Таким образом, имеет место схема вывода

$$\begin{array}{l} K_A A; K_C C \text{ всегда } A \Rightarrow K_1 B \\ \text{всегда } C \Rightarrow K_2 B \\ \text{всегда } C \Rightarrow K_3 A \\ \hline (K_A(K_1) \oplus K_C(K_2) - K_C(K_3(K_1))) B \end{array} \tag{13}$$

Применим полученную схему к рассматриваемой ИС. Пусть кроме схемы вывода имеют место посылки, приведенные на рисунке 10.

Предположим, из предыдущего опыта известно, что появление какой-либо причины срыва договора поставки

зависит от того, появилась ли предпосылка для этого (источник появления причины). На рис.10 представлена схема вывода для принятия решения сделанного выше предположения (13). Используя рассматриваемую схему и соотношение (10), получим оценку частоты срыва договора поставщика с центром как по причине А, так и по причине С: $KL = K_A(K_1) \oplus K_C(K_2) - K_C(K_3(K_1))$.

Здесь K_A = “редко”; $K_1 = K_B$ = “часто”; K_C = “очень редко”; K_2 = “почти всегда”; K_3 = “всегда” (рис.11).



Рис. 10. Элемент схемы вывода с несколькими предпосылками



Рис. 11. Элемент схемы вывода с несколькими предпосылками

Так как $K_3(K_1) = \text{“всегда } (K_1)\text{”} = \text{договора поставщиком}$ получаем K_1 , то для оценки частоты срыва

$$KL = K_A(K_1) \oplus K_C(K_2) - K_C(K_3) = \text{редко(часто)} \oplus \text{очень редко(почти всегда)} - \text{очень редко(часто)}.$$

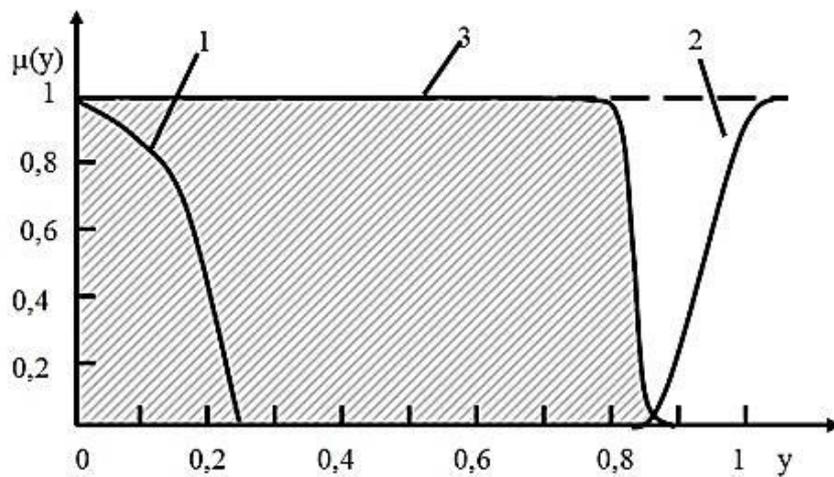


Рис. 12. Функции принадлежности для оценок частоты срыва:

1 - $\mu_{\text{очень редко}}(y)$; 2 - $\mu_{\text{почти всегда}}(y)$; 3 - $\mu_{\text{очень редко (почти всегда)}}(y)$

На рис.1 показан вид функции принадлежности для оценки “редко (часто)”, на рис. 12 – вид функции принадлежности для оценки “очень редко (почти всегда)”, на рис.13 - вид функции принадлежности для оценки “очень редко (часто)”.

Предположим, что в результате взаимодействия ИС с i -м поставщиком из множества D_i известно распределение частоты срыва договоров $f_B(p)$ (рис.14). Отображая нечеткие подмножества универсального интервала $[0, 1]$ с функциями принадлежности

$\mu_{\text{редко (часто)}}(y)$, $\mu_{\text{очень редко (почти всегда)}}(y)$ и $\mu_{\text{очень редко (часто)}}(y)$ от кривой $f_B(p)$, получаем нечеткие подмножества интервала частот Δp_1 , Δp_2 и Δp_3 с функциями принадлежности

$$\mu_{\Delta p_1}(p) = \mu_{\text{редко (часто)}}(f_B(p)),$$

$$\mu_{\Delta p_2}(p) = \mu_{\text{очень редко (почти всегда)}}(f_B(p)),$$

$$\mu_{\Delta p_3}(p) = \mu_{\text{очень редко (часто)}}(f_B(p))$$

соответственно (рис.14).

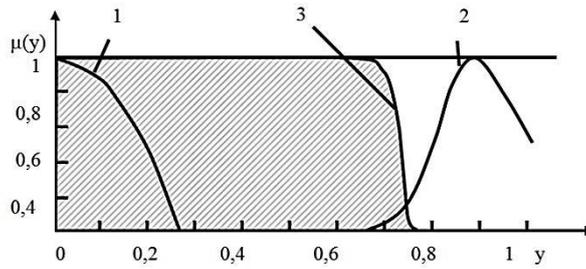


Рис. 13. Функции принадлежности для оценок частоты срыва:
 1- $\mu_{\text{очень редко}}(y)$; 2- $\mu_{\text{часто}}(y)$; 3- $\mu_{\text{очень редко (часто)}}(y)$

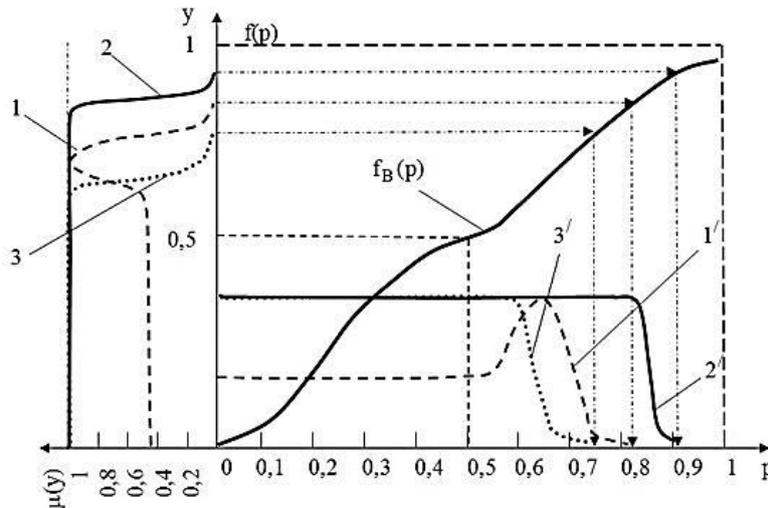


Рис. 14. Вид функций принадлежности:
 1 - $\mu_{\Delta p_1}(p) = \mu_{\text{редко(часто)}}(f_B(p))$; 2 - $\mu_{\Delta p_2}(p) = \mu_{\text{очень редко(почти всегда)}}(f_B(p))$;
 3 - $\mu_{\Delta p_3}(p) = \mu_{\text{очень редко(часто)}}(f_B(p))$; 1' - $\mu_{\Delta p_1}(p)$; 2' - $\mu_{\Delta p_2}(p)$; 3' - $\mu_{\Delta p_3}(p)$.

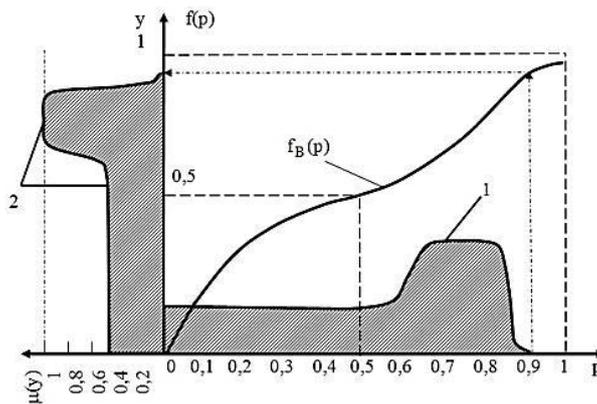


Рис. 15. Вид функции принадлежности $f_{KL}(y)$:
 1 - $\mu_{\Delta p}(p)$; 2 - $\mu_{KL}(y) = \mu_{\Delta p}(f_B^{-1}(y))$

Суммируя и соответственно вычитая аргументы функций $\mu_{\Delta p_1}(p)$, $\mu_{\Delta p_2}(p)$ и $\mu_{\Delta p_3}(p)$ при равных значениях этих функ-

ций, получаем функцию принадлежности $\mu_{\Delta p}(p)$, характеризующую частоту срыва договора поставки i-го поставщика с центром из-за двух причин срыва, причем одна

причина вызывает другую, (рис. 15). Отображая нечеткое подмножество интервала частот Δp при помощи кривой $f_B(p)$ на универсальную шкалу, получаем искомую оценку частоты срыва договора с функцией принадлежности $\mu_{KL}(y) = \mu_{\Delta p}(f_B^{-1}(y))$.

Таким образом, получены графические оценки свойств конкурентов.

Библиографический список

1. Червинский Р.А. Методы синтеза систем в целевых программах. – М.: Наука, 1987. – 224 с.
2. Сысоева Н.В. Стационарные условия устойчивости ресурсного взаимодействия конкурирующих систем в условиях конфликта / Ю.С. Сербулов, Н.В. Сысоева // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: ВГТУ. – 2007. – Т.3. – №12. – С. 132-135.
3. Дубов Ю.Я. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.Я. Дубов, С.И. Травкин, В.Н.

Якимец. – М.: Наука, 1986. – 296 с.

4. Дружинин В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.

5. Эткинсон Дж., Уилсон Й. Стратегический маркетинг: ситуации, примеры / Пер. с англ. – М., ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 340 с.

6. Сысоев Д.В. Формирование достижимости в исследованиях производственно – экономических систем / Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2017. – Выпуск №1 (9). – С. 22 - 28.

7. Сысоев Д.В. Корреляционные плеяды конфликта, содействия и независимости в социальных группах / Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. – Выпуск №1 (7). – С. 13 - 25.

УДК 614.841:69

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ УТЕЧЕК В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ БЕЗ УЧЕТА ПОМЕХ ОТ СТОХАСТИЧНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается последовательность реализации задачи обнаружения одинарной утечки в системах газоснабжения. Помехи, создаваемые потребителями при эксплуатации систем газоснабжения, предложено считать белым шумом и не учитывать с целью упрощения решаемой задачи. Задачу можно отнести к статистическому синтезу при априорной неопределенности и адаптации информационных систем технической диагностики систем газоснабжения

Ключевые слова: математическое моделирование, системы газоснабжения, диагностика утечек

S.A. Sazonova

FORMALIZATION OF THE PROBLEM OF LEAK DIAGNOSTICS IN GAS SUPPLY SYSTEMS WITHOUT ACCOUNTING INTERFERENCE FROM CONSUMPTION DEMAND

Abstract. The sequence of the single leakage detection problem in gas supply systems is considered. Distortions created by consumers during the operation of gas supply systems are suggested to be considered white noise and not taken into account in order to simplify the task being solved. The problem can be attributed to statistical synthesis under a priori uncertainty and adaptation of information systems for the technical diagnostics of gas supply systems

Keywords: mathematical modeling, gas supply systems, leak diagnostics

При формализации задачи обнаружения утечки в системе газоснабжения будем интерпретировать искомую утечку как сигнал $\alpha s(t)$, где $s(t)$ - заданная функция време-

ни, а α - неизвестная амплитуда при приеме в гауссовом шуме $\xi(t)$. При дискретном наблюдении будем считать его некоррелированным с дисперсией σ^2 , а при переходе к непрерывному наблюдению - белым со спектральной плотностью N_0 .

Величину утечки S будем определить по инженерной методике, согласно которой

$$S = \mu\omega\sqrt{2gH},$$

где H - геометрический напор над центром отверстия, ω - площадь отверстия истечения; $\mu \cong 0.6$ - коэффициент расхода.

Величина H зависит от местоположения аварийного сечения в сети и от величины утечки s , и может быть выражена как $H = \Pi - h_{тр} - z_A$, здесь Π - пьезометрический напор у источника питания; $h_{тр} = f(q+S)$ - потери напора по направлению от источника к аварийному сечению; z_A - отметка земли в аварийном сечении.

Расчетная схема, моделирующая утечку в точке A на участке сети, представлена на рис. 1. В модели, имитирующей аварию в точке A вводится дополнительный участок, оканчивающийся емкостью, уровень воды в которой соответствует отметке z_A .

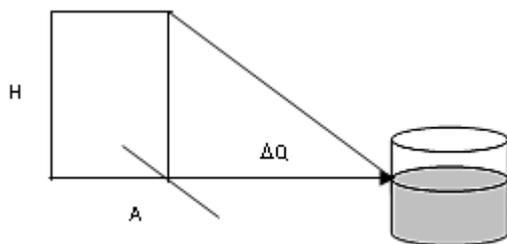


Рис. 1. Схема для расчета величины утечки в узле A системы газоснабжения

Геометрические размеры емкости принимаются такими, чтобы величина утечки не сказывалась на уровне. Очевидно, что величина $1/(2g\mu^2\omega^2)$ представляет собой гидравлическое сопротивление дополнительного участка.

Применяя этот способ к системам газоснабжения можно пренебречь геодезическим уровнем z_A в силу малой плотности газа. Учитывая связь напора с давлением задаваемую

величину утечки можно представить

$$S(t) = \mu\omega\sqrt{(P - P_0)},$$

где P - давление в аварийном сечении, а P_0 - барометрическое давление.

В общем случае величина P представляет собой функцию от координаты и времени, причем на момент диагностики его значение в зависимости от координаты (местоположения утечки) может быть получено в результате анализа потокораспределения. Таким образом, единственной неизвестной величиной в задании функции $S(t)$, является площадь сечения, через которое осуществляется утечка. Очевидно, что эта площадь не может превышать площадь сечения трубопровода, поэтому верхний предел можно считать величиной известной. На практике размеры свищей в трубопроводах редко превышают 1% площади поперечного сечения, поэтому указанное значение может быть использовано для определения $S(t)$.

Некоррелированный гауссов шум $\xi(t)$ с дисперсией σ^2 обусловлен в данном случае исключительно погрешностью приемника сигналов, в качестве которого выступает программный комплекс, реализующий задачу диагностики утечки. В этом случае σ^2 характеризует погрешность величины утечки, которая определяется в соответствии с методикой, изложенной для статического оценивания, поскольку обе задачи технической диагностики выполняются одним и тем же методом взвешенных наименьших квадратов.

Априорные вероятности наличия и отсутствия сигнала обозначим p_1 и p_2 соответственно. Амплитуда α распределена в диапазоне $\alpha_2 - \alpha_1 = \Delta\alpha$, в котором ее можно считать распределенной равномерно. Если положить $\alpha_1 = 0$, то величина α_2 будет устанавливать верхний предел амплитуды утечки. Его значение можно установить аналогично $s(t)$ в точке системы газоснабжения, соответствующей максимальному давлению на момент суточного пика потребления.

Рассмотрим, следуя [1], классическую процедуру анализа, при которой наблюдение

производится на интервале $0 \leq t \leq T$, либо при дискретном наблюдении длина выборки $n=T/\Delta t$ задана.

Принимаемую приемником величину утечки запишем в виде реализации

$$x(t) = \lambda \alpha s(t) + \xi(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

или в виде выборки

$$X_n = \lambda \alpha S_n + \Xi_n, \quad (2)$$

где $x_i=x(t_i)$; $s_i=s(t_i)$; $\xi_i=\xi(t_i)$; $\lambda=\lambda_1=1$ с вероятностью p_1 и $\lambda=\lambda_2=0$ с вероятностью p_2 ($p_1+p_2=1$).

$$P_1(X_n|\alpha) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \times \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(X_n - \alpha S_n)^T(X_n - \alpha S_n)\right], \quad (4)$$

а плотность вероятности альтернативной ситуации (без утечки) будет

$$P_2(X_n) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}X_n^T X_n\right). \quad (5)$$

Оценка максимального правдоподобия амплитуды утечки α удовлетворяет уравнению, выражающему традиционные условия экстремума

$$\Lambda(X_n|\alpha^*) = \exp\left[\frac{1}{\sigma^2}\alpha^* X_n^T S_n - \frac{1}{\sigma^2}(\alpha^*)^2 X_n^T S_n\right] = \exp\frac{(\alpha^*)^2 E}{2\sigma^2} = \exp h^*, \quad (8)$$

где $h^* = (\alpha^*)^2 E / (2\sigma^2)$ - оценка максимального правдоподобия отношения сигнал/шум, определяемая согласно (8) как

$$h^* = \frac{(X_n^T S_n)^2}{2\sigma^2 E} = \frac{1}{2\sigma^2 E} \left(\sum_{i=1}^n x_i s_i\right)^2. \quad (9)$$

При переходе к непрерывному наблюдению функционал отношения правдоподобия $\Lambda[x(t)|\alpha^*]$ выражается также соотношением (8), где

$$h^* = \frac{(\alpha^*)^2 E_0}{2N_0} = \frac{1}{2N_0 E_0} \left[\int_0^T x(t)s(t)dt \right]^2, \quad (10)$$

$$E_0 = \int_0^T s^2(t)dt,$$

Согласно общей стратегии проверки двухальтернативных гипотез, изложенной в предыдущем параграфе необходимо установить отношение правдоподобия

$$\Lambda(X_n|\alpha^*) = P_1(X_n|\alpha^*)/P_2(X_n), \quad (3)$$

где α^* - оценка максимального правдоподобия амплитуды искомой утечки.

Учитывая, что функция корреляции шума $K_\xi(t_i, t_j) = \sigma^2 \delta_{ij}$ (δ_{ij} - символ Кронекера), плотность вероятности ситуации с наличием утечки можно определить как

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \ln P_1(X_n - \alpha) = 0 \quad (6)$$

и имеет вид

$$\alpha^*(X_n) = \frac{X_n^T S_n}{S_n^T S_n} = \frac{1}{E} X_n^T S_n = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n x_i s_i \quad (7)$$

где принята нормировка $\sum_{i=1}^n s_i^2 = E$.

Отношение правдоподобия примет вид

и произведен переход к пределу $n \rightarrow \infty$ $\Delta t \rightarrow 0$, $n\Delta t=T$, $\sigma^2 \Delta t=N_0$.

Таким образом, оценка отношения сигнал/ шум, определяющая алгоритм обнаружения представляет собой соответствующим образом нормированный результат квадратичного детектирования выхода корреляционного приемника информации [1]. При оптимальном обнаружении должно выполняться сравнение полученного отношения правдоподобия с порогом

$C_{12}=[(g_{21} - g_{22})/(g_{12} - g_{11})](p_2 a_2/p_1 a_1)$, где g_{ij} ($i,j=1,2$) - соответствующие коэффициенты потерь; $a_2=1$, а

$$a_1 = \omega_1(\alpha^*) \frac{(2\pi)^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{E}} = \frac{1}{\Delta\alpha} \sqrt{\frac{2\pi\sigma^2}{E}}, \quad (11)$$

поскольку согласно [1] функцию максимального правдоподобия можно считать дважды дифференцируемой и поэтому применить асимптотический метод инте-

грирования Лапласа, основанный на аппроксимации логарифма максимального правдоподобия.

Отсюда порог

$$C_{12} = [(g_{21} - g_{22}) / (g_{12} - g_{11})] \times (p_2 / p_1) \sqrt{\frac{(\Delta\alpha)^2 E}{2\pi\sigma^2}} \tag{12}$$

Если $\alpha_1=0$, то

$$C_{12} = [(g_{21} - g_{22}) / (g_{12} - g_{11})] \times (p_2 / p_1) \sqrt{\frac{\Delta h}{\pi}} \tag{13}$$

где Δu - априорный диапазон изменения отношения сигнал / шум. Выражение (13) остается в силе и при непрерывном наблюдении, когда отношение E/σ^2 везде заменяется на E_0/N_0 .

Алгоритм обнаружения утечки должен состоять из оценки отношения сигнал / шум h^* и сравнении его с порогом $\ln C_{12} = C$. При превышении порога принимается решение о наличии утечки. При достаточно больших величинах априорной вероятности отсутствия сигнала и диапазона изменения отношения сигнал / шум порог оказывается положительным и полученный алгоритм дополнительных пояснений не требует. Однако могут быть соотношения параметров, при которых $C < 0$. Тогда должно приниматься решение о наличии утечки независимо от результатов наблюдения. Это значит [1], что соблюдаются условия, при которых даже наилучшая обработка информации при наблюдениях не может улучшить априорных данных.

Для получения характеристик обнаружения в приведенном алгоритме обо-

значим $v = X_n^T S_n$, $a = 1/2\sigma^2 E$, тогда $h^* = av^2$. Величина v распределена по нормальному закону с математическим ожиданием

$$\bar{v} = \begin{cases} 0 & \text{при } (\lambda = 0), \\ \alpha E & \text{при } (\lambda = 1) \end{cases} \tag{14}$$

и с дисперсией $\sigma_v^2 = (\overline{v - \bar{v}})^2 = \sigma^2 E$. Отсюда, обозначая через $w(v)$ плотность вероятности величины v , будем иметь для плотности вероятности величины h^* выражение

$$p(h^*) = \frac{1}{2\sqrt{h^*/a}} \frac{1}{a} \left[w \sqrt{\frac{h^*}{a}} + w \left(-\sqrt{\frac{h^*}{a}} \right) \right] \tag{15}$$

Из соотношения (15) при $\lambda=0$

$$p(h^*|1) = \begin{cases} 0 & \text{при } h^* < 0, \\ \frac{1}{\sqrt{\pi h^*}} \exp(-h^*) & \text{при } h^* \geq 0 \end{cases} \tag{16}$$

и при $\lambda=1$

$$p(h^*|1) \begin{cases} = 0 \\ \frac{1}{2\sqrt{\pi h^*}} \{ \exp [-(\sqrt{h^*} - \sqrt{h})^2] + \exp [-(\sqrt{h^*} + \sqrt{h})^2] \} \end{cases} \tag{17}$$

где $h = \alpha^2 E / 2\sigma^2$ - истинное отношение сигнал / шум.

Плотности вероятностей (16), (17) относятся и к случаю непрерывного наблюде-

ния, если под h^* понимать величину (10), а под $h = \alpha^2 E_0 / 2N_0$.

Вероятность ложной тревоги вычисляется как [1]

$$F = \int_C^\infty p(h^*|0) dh^* = 1 - \int_0^C \frac{1}{\sqrt{\pi x}} \exp(-x) dx = 2[1 - \Phi(\sqrt{2C})], \quad (18)$$

где $\Phi(\dots)$ - интеграл вероятности.

Вероятность правильного обнаружения сигнала определяется как

$$D = \int_C^\infty p(h^*|1) dh^* = 1 - \int_0^C \frac{1}{\sqrt{\pi x}} \left\{ \exp[-(\sqrt{x} - \sqrt{h})^2] + \exp[-(\sqrt{x} + \sqrt{h})^2] \right\} dx = 2 - \Phi(\sqrt{2C} - \sqrt{2h}) - \Phi(\sqrt{2C} + \sqrt{2h}) \quad (19)$$

Исключая величину C из (18) и (19) для различных отношений сигнал / шум h можно построить характеристики обнаружения $D(F)$, изображенные на рис. 2.

Представляет интерес сравнение полученных характеристик с соответствующими характеристиками для обнаружения при известной амплитуде сигнала (известном отношении сигнал / шум). В этом случае, согласно [1], реализуется алгоритм, при кото-

ром принимается решение о наличии утечки, если

$$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n x_i s_i \geq C \quad (20)$$

или при непрерывном наблюдении

$$\frac{1}{N_0} \int_0^T x(t)s(t)dt \geq C. \quad (21)$$

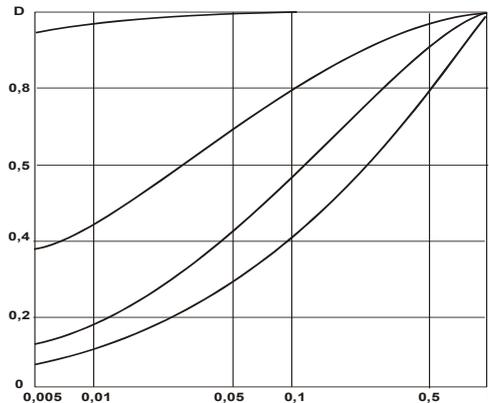


Рис. 2. Характеристики обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой в шуме: 1) $h=1$; 2) $h=3$; 3) $h=10$; 4) случай известной амплитуды сигнала, $h=1$

Ему соответствуют характеристики обнаружения

$$F = \Phi\left(-\frac{C}{\sqrt{2h}}\right); \quad (22)$$

$$D = \Phi\left(-\frac{C}{\sqrt{2h}} + \sqrt{2h}\right).$$

Соответствующая кривая также изображена на рис.2. В результате с помощью приведенного рисунка появляется возмож-

ность судить о проигрыше, получающемся за счет неизвестности амплитуды обнаруживаемой утечки.

Приведенные соотношения позволяют без каких-либо дополнительных построений составить алгоритм последовательного анализа. Поскольку оценка отношения сигнал / шум $h^*(n)$, полученная на n -ом шаге наблюдений и определяемая выражением (9) представляет собой логарифм отношения прав-

доподобия на этом шаге, оптимальный алгоритм последовательного анализа сводится к следующему. На каждом n -ом шаге $h^*(n)$ сравнивается с двумя порогами $C_1(n)$ и $C_2(n)$. Если $h^*(n) \leq C_1(n)$, то принимается решение об

отсутствии утечки, а если $h^*(n) \geq C_2(n)$ - решение о ее наличии. В случае $C_1(n) < h^*(n) < C_2(n)$ - наблюдения продолжают на $(n+1)$ -ом шаге. Пороги определяются соотношениями

$$C_1(n) = \ln \left[\frac{p_2}{p_1} \Delta \alpha \sqrt{\frac{E}{2\pi\sigma^2}} \frac{g_2(n)}{\varphi_1(n)} \right] = \ln \left[\frac{p_2}{p_1} \sqrt{\frac{\Delta h}{\pi}} \frac{g_2(n)}{\varphi_1(n)} \right], \quad (23)$$

$$C_2(n) = \ln \left[\frac{p_2}{p_1} \Delta \alpha \sqrt{\frac{E}{2\pi\sigma^2}} \frac{\varphi_2(n)}{g_1(n)} \right] = \ln \left[\frac{p_2}{p_1} \sqrt{\frac{\Delta h}{\pi}} \frac{\varphi_2(n)}{g_1(n)} \right], \quad (24)$$

где $g_1(n)$ и $g_2(n)$ - выигрыши от правильных решений, а $\varphi_1(n)$ и $\varphi_2(n)$ - потери от ошибочных решений, если эти решения принимаются на n -ом шаге. В данном случае пороги не зависят от выборки X_n и полностью определяются априорными данными.

Для построения рекуррентного адаптивного алгоритма, согласно [1], необходимо построить рекуррентное соотношение

$$\ln \Lambda^{(n)} = \ln \Lambda^{(n-1)} + l_1^{(n)}[\alpha^*(n-1)] - l_2^{(n)}. \quad (25)$$

Поскольку в данном случае $\ln \Lambda = h^*$, то соотношение (25) примет вид

$$h^*(n) = h^*(n-1) + l_1^{(n)}[\alpha^*(n-1)] - l_2^{(n)}, \quad (26)$$

где

$$h^*(n) = h^*(n-1) + \frac{S_n}{E^{\frac{1}{2}}(n-1)} h^{\frac{1}{2}}(n-1) \times \left[\sqrt{\frac{2}{\sigma^2} x_n - \frac{S_n}{E^{\frac{1}{2}}(n-1)} h^{\frac{1}{2}}(n-1)}, \right] \quad (30)$$

где $E(n) = \sum_{i=1}^n s_i^2$ и использована найденная ранее связь между α^* и h^* .

Порог, с которым сравнивается величина $h^*(n)$, будет зависеть от n только в случае переменных коэффициентов $g_{ij}(n)$ и определяется как

$$C(n) = \ln \left[\frac{g_{21}(n) - g_{22}(n)}{g_{12}(n) - g_{11}(n)} \frac{p_2}{p_1} \sqrt{\frac{\Delta h}{\pi}} \right]. \quad (31)$$

В данном случае логарифм отношения правдоподобия совпадает с оценкой неиз-

$$l_1^{(n)}(\alpha) = \ln p_1(x_n | X_{n-1}, \alpha); \quad (27)$$

$$l_2^{(n)}(\alpha) = \ln p_2(x_n | X_{n-1}); \quad (28)$$

$p_1(x_n | X_{n-1}, \alpha)$, $p_2(x_n | X_{n-1})$ - плотности вероятности для X_n при наличии и при отсутствии утечки соответственно. Согласно (5) будем иметь

$$l_1^{(n)}(\alpha) = \ln \left\{ \frac{1}{(2\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} (x_n - \alpha s_n)^2 \right] \right\},$$

$$l_2^{(n)}(\alpha) = \ln \left\{ \frac{1}{(2\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} x^2 \right] \right\}, \quad (29)$$

откуда разность будет равна

$$l_2^{(n)}(\alpha) - l_1^{(n)}(\alpha) = \left(\frac{\alpha}{\sigma^2} \right) x_n s_n - \frac{\alpha^2 s_n^2}{2\sigma^2},$$

вестного параметра обстановки (отношения сигнал/шум). Поэтому лишь одно соотношение (30) полностью определяет алгоритм обнаружения утечки [2, 3, 4].

Отметим, что найденные правила принятия решений в рассматриваемой задаче оптимальны не только как байесовы адаптивные правила, но они также являются минимаксными.

Задача диагностики утечек [5, 6] комплексно реализуема с задачей статического оценивания [7, 8], с применением математи-

ческих моделей анализа потокораспределения [9], полученных на основе применения энергетического эквивалентирования [10]. В целом, задачу диагностики утечек можно отнести к задаче обеспечения безопасного функционирования рассматриваемых гидравлических систем [11, 12]. Задачи технической диагностики реализуемы в рамках разработанных информационных систем [13, 14]. При этом требуется обеспечить информационную безопасность, например, как это предложено в работах [15, 16, 17, 18, 19].

При рассмотрении задачи обеспечения безопасности функционирования и для снижения риска возникновения аварийных ситуаций, в качестве отдельной самостоятельной задачи можно выделить задачу обеспечения конструктивной прочности бетонных опорных устройств, на которых крепятся газопроводы. Возведение таких конструкций необходимо осуществлять по современным технологиям, например, как это показано в работах [20, 21, 22, 23]. При этом необходимо исследовать прочностные свойства бетона [24] и применять в нем особо прочные составляющие, например, использовать фибробетон [25, 26] в опорах с целью уменьшения их деформативности, и соответственно, пространственных перемещений и сдвигов самих труб газопровода. Реализовать некоторые инженерные задачи в удобном для практического применения виде представляется возможным за счет применения пакетов прикладных программ, например, как это предложено в работах [27, 28, 29].

Библиографический список

1. Репин, В.Г. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В.Г. Репин, Г.П. Тартаковский. - М.: Советское радио, 1977. - 432 с.
2. Сазонова, С.А. Постановка задачи диагностики несанкционированных отборов и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 54-57.
3. Николенко, С.Д. Дистанционное обнаружение утечек в гидравлических системах с целью обеспечения безопасности функционирования при своевременном предупреждении аварий / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2016. - № 1 (7). - С. 151-153.
4. Сазонова, С.А. Диагностика несанкционированных отборов рабочей среды и обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 51-53.
5. Сазонова, С.А. Применение детерминированного алгоритма диагностики утечек в гидравлических системах для обеспечения их безопасного функционирования / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2017. - № 1 (22). - С. 33-38.
6. Сазонова, С.А. Методы и алгоритмы технической диагностики систем теплоснабжения / С.А. Сазонова, А.Б. Мезенцев // Моделирование систем и процессов. - 2015. - Т. 8. - № 1. - С. 63-66.
7. Квасов, И.С. Оценивание параметров трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, С.А. Сазонова // В книге: Понтрягинские чтения - X, 1999. - С. 219.
8. Сазонова, С.А. Использование задачи статического оценивания при технической диагностике с целью обеспечения безопасности функционирующих гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 4 (21). - С. 46-50.
9. Сазонова, С.А. Особенности формирования структурных графов для систем теплоснабжения при анализе потокораспределения в задачах обеспечения безопасности / С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2016. - № 1 (22). - С. 106-112.

10. Сазонова, С.А. Анализ гидравлических систем на основе декомпозиционного метода / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. -2015. -Т.8. -№ 2. -С.34-37.
11. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач в области проектирования, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 3 (16). - С. 30-35.
12. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. -2016. - № 3(20). -С.51-56.
13. Квасов, И.С. Информационные системы технической диагностики трубопроводных сетей / И.С. Квасов, С.А. Сазонова, В.Е. Столяров // В книге: Математическое моделирование в естественных и гуманитарных науках. Тезисы докладов. Воронежский государственный университет. -2000.-С. 105.
14. Квасов, И.С. Синтез систем сбора данных для распределительных гидравлических сетей / И.С. Квасов, В.Е. Столяров, С.А. Сазонова // В сборнике: Информационные технологии и системы. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. - 1999. - С. 113-115.
15. Жидко, Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. -123 с.
16. Жидко, Е. А. Научно - обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
17. Жидко, Е.А. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2012. - Т. 15. - № 2. - С. 265-268.
18. Жидко, Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института МВД России. - 2015. - № 1. - С. 62-69.
19. Жидко, Е.А. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2014. - № 10 (93). - С. 12-19.
20. Николенко, С.Д. Разработка конструкций пневматических опалубок / С.Д. Николенко, И.В. Михневич // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. - № 2 (15). - С. 18-22.
21. Михневич, И.В. К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов // В сборнике: Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Сборник статей по материалам III всероссийской научно - практической конференции с международным участием. - 2012. - С. 234-237.
22. Михневич, И.В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, А.В. Черемисин // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.
23. Николенко, С.Д. Обеспечение безопасности земляных работ с применением расчетов прикладной механики / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 47-51.
24. Михневич, И.В. Исследование влияния теплового воздействия на прочностные характеристики бетона / И.В. Михневич, С.Д. Николенко // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2017. - № 3 (47). - С. 43-51.
25. Николенко, С.Д. Экспериментальное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоцикловом нагружении / С.Д. Николенко, Г.Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1986. -№ 1.-С. 18-22.
26. Николенко, С.Д. Применение фибрового армирования в зданиях и сооружениях, расположенных в сейсмоопасных райо-

нах / С.Д. Николенко // В сборнике: Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях. Межвузовский сборник научных трудов. Воронежский государственный технический университет. Международная академия наук экологии безопасности человека и природы. В. И. Федянин - ответственный редактор. Воронеж, 2006. - С. 38-46.

27. Сазонова, С.А. Численное решение задач в сфере пожарной безопасности / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С.

68-71.

28. Николенко, С.Д. Автоматизация расчетов по интегральной математической модели времени эвакуации людей при пожаре / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10. - № 1. - С. 43-49.

29. Сазонова, С.А. Расчет коэффициента теплопотерь на начальной стадии пожара с применением информационных технологий / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 63-68.

УДК 338.2:504

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Полковник, доц. П.М. Леонов
Россия, г. Воронеж, E-mail: rodichi_ru@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko,
Russia, Voronezh, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Military training and scientific center of the air force «Air force
Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»
colonel P.M. Leonov
Russia, Voronezh, E-mail: rodichi_ru@mail.ru*

Е.А. Жидко, П.М. Леонов

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ ЭКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В работе предлагается усовершенствованная методика оценки информационных рисков экономически важного и экологически опасного предприятия. Предложены методические подходы к оценке затрат на обеспечение защищенности информационных активов таких предприятий

Ключевые слова: информационные риски, информационные активы, информационная безопасность

Е.А. Zhidko, P.M. Leonov

METHODOLOGY OF ASSESSING INFORMATION RISKS ECONOMICALLY IMPORTANT AND ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS ENTERPRISES

Abstract. The paper proposes an improved methodology for assessing the information risks of an economically important and environmentally hazardous enterprise. Methodical approaches to the estimation of costs for ensuring the security of information assets of such enterprises are suggested

Keywords: information risk, information assets, information security

Крайне важная задача для любого экономически важного и экологически опасного (ЭВиЭО) предприятия управление информационной безопасностью.

Под экономически важными предприятиями (производствами) целесообразно считать те из них, которые способны обеспе-

чить потребности личности, общества, государства в необходимом и достаточном уровне, качестве и безопасности жизни; их устойчивое антикризисное развитие в новых условиях XXI века. Экологически опасными являются те экономически важные предприятия, которые оказывают на окружающую среду антропогенное воздействие, уровень которого превышает нормы экологической

безопасности, создаёт угрозы качеству и безопасности жизни человека и природы. К таким объектам относятся, например ТЭЦ, АЭС, аэродромы, в т.ч. и военные и т.п. [1-5].

Менеджмент должен видеть и понимать нужды организаций в информационном обеспечении, решать существующие информационные проблемы. Основным объектом информационной безопасности является информационный актив. Это материальный или нематериальный объект, который:

- является информацией или содержит информацию;
- служит для обработки, хранения или передачи информации;
- имеет ценность для ХС.

Информационные активы обладают основными свойствами финансовых и материальных активов ЭВиЭО предприятия: стоимость, ценность для ХС, возможность накопления, возможность трансформации в другие активы. Зачастую ценность информационного актива ЭВиЭО предприятия превосходит ценность всех финансовых. Примером такого актива является имидж ЭВиЭО предприятия.

Сегодняшние реалии таковы, что и финансовые, и материальные, и информационные активы нуждаются в защите. Надежная защита информационных активов существенна для работы предприятия. Поэтому несоответствующий уровень защиты – часто недооцененный фактор риска, который может стать угрозой для существования.

Внедрение управления информационной безопасностью имеет ряд преимуществ, среди которых можно выделить следующие:

- понятность информационных активов для менеджмента ЭВиЭО предприятия;
- результативное выполнение политики безопасности;
- регулярное выявление угроз и уязвимостей для существующих бизнес-процессов;
- эффективное управление ЭВ и ЭО

предприятием в критических ситуациях;

- снижение и оптимизация стоимости поддержки системы безопасности.

Рассмотрим модель взаимосвязей между составляющими элементами системы защищенности информационных активов. Она послужила базой для создания мультипликативной модели оценивания информационных рисков. Исходя из уровня зрелости информационной безопасности исследуемых ЭВиЭО предприятий, авторами предложена многофакторная модель оценки информационных рисков ЭВиЭО предприятий (рис. 1) и формула для определения уровня риска информационным активам [6-8,13,14]:

$$P = C_{iu} \cdot B_u \cdot \left[U_n + \frac{U_{mc} + U_{nac} + U_{org}}{3} \right], \quad (1)$$

где P – уровень риска информационным активам; C_{iu} – ценность информационного актива; B_u – вероятность реализации угрозы на информационный актив; U_n – коэффициент степени уязвимости персонала; U_{mc} – коэффициент степени уязвимости технических средств; U_{nac} – коэффициент степени уязвимости программно-аппаратных средств; U_{org} – коэффициент степени уязвимости организационных мер.

Таким образом, использование авторами многоступенчатого обратного факторного анализа позволяет исследовать причинно-следственные связи между ценностью информации, вероятностью реализации угроз и степенью уязвимости информационных активов индуктивным способом (от частных, отдельных факторов к обобщающим) на основе детализации факторов B_u и U_i на составные элементы с целью изучения их сущности и влияния на результативный показатель риска. Фактор B_u включает в себя объективные и субъективные факторы, умышленность – непреднамеренность действий.

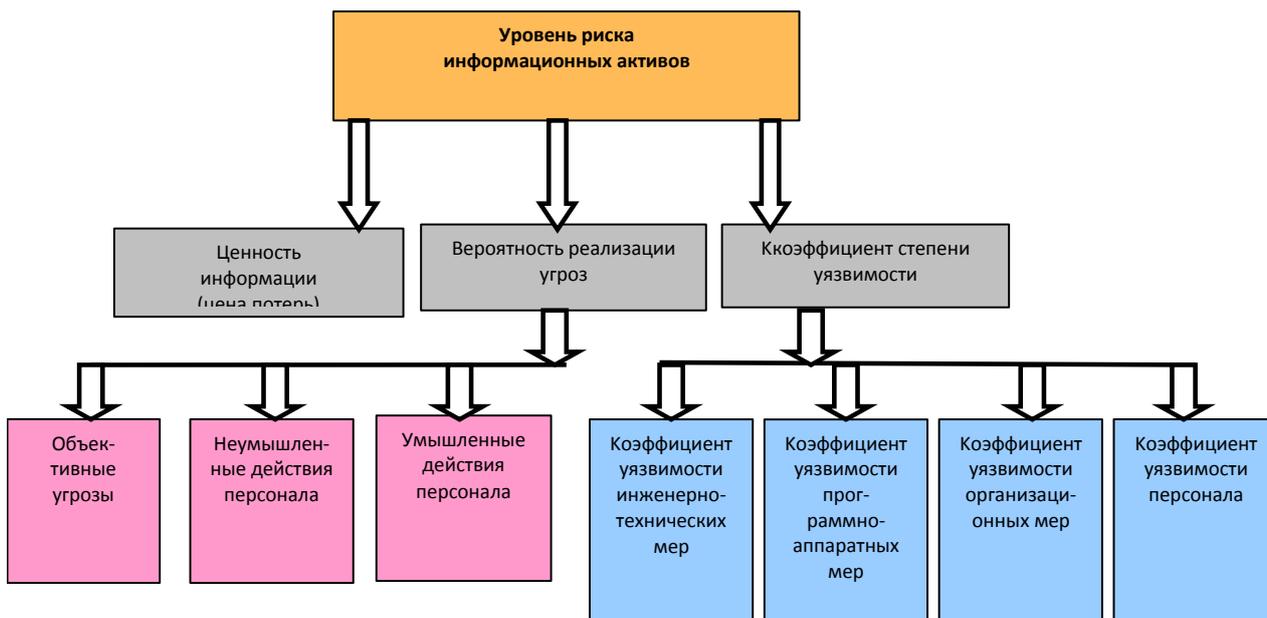


Рис. 1. Многофакторная модель оценки информационных рисков ЭВиЭО предприятий

Показатель U_i является обобщающим показателем таких факторов как:

- коэффициент риска, исходящий от персонала (включает в себя степень надежности персонала, который рассчитывается, исходя из ряда факторов – профессиональная подготовка, отрицательные увлечения, отрицательные черты характера) [9-11];

- коэффициенты уязвимости технических, программно-аппаратных средств обработки информации и организационных мер.

Основные направления по применению защитных мероприятий определяют необхо-

димые затраты на безопасность информационных активов. В [1,8,12,15-19] показано, что к менее затратным, однако, имеющим высокий уровень эффективности, относятся организационные меры (внутренний и внешний аудит, анализ рисков, политика информационной безопасности, план бесперебойной работы, положения, процедуры, регламенты и руководства).

Затраты на безопасность информационных активов предприятия разделены на три категории (рис. 2).



Рис. 2. Категории затрат на обеспечение защищенности информационных активов

Это послужило базой для оценки годовых затрат на обеспечение защищенности информационных активов. Общие ежегодные затраты на безопасность информационных активов рассчитываются по формуле:

$$Z_{ИБ} = Z_o + Z_m + Z_l \quad (2)$$

где $Z_{ИБ}$ – ежегодные затраты на безопасность информационных активов, руб.; Z_o – затраты на предупредительные организационные мероприятия, руб.; Z_m – затраты на предупредительные технические мероприятия, руб.; Z_l – затраты на ликвидацию последствий нарушения политики информационной безопасности, руб.

Для определения эффекта от внедрения мероприятий по достижению информационной защищенности, в организации использовался метод ожидаемых потерь от возможных нарушений политики безопасности и их сравнения с затратами в защиту информационных активов. Выбор данного метода оценки информационных рисков и целесообразности затрат на защиту информационных активов обусловлен его экономической ориентированностью, в отличие от других методов, а также достаточно полной оценкой стоимости различных мер безопасности и выгод от их внедрения. Расчет ведется по формуле.

$$Cб = Ущ * K_{эфф} - Z_{ИБ} \quad (3)$$

где $Cб$ – ежегодные сбережения от снижения информационных рисков, руб.; $Ущ$ – показатель ожидаемых потерь (ущерб от реализации угроз), руб.; $K_{эфф}$ – коэффициент эффективности системы защиты информационных активов, %; $Z_{ИБ}$ – ежегодные затраты на безопасность информационных активов, руб.

По оценкам экспертов эффективность грамотно созданной и поддерживаемой системы защиты информационных активов организации может достигать 85%.

Предложенная авторами усовершен-

ствованная методика может быть использована как в качестве методического инструментария в управленческой практике отдельных ЭВиЭО предприятий, так и в качестве учебного и аналитического материала в учебном процессе высшей школы.

Библиографический список

1. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.
2. Леонов П.М., Жидко Е.А. Определение технического состояния сложных военных объектов / П.М. Леонов, Е.А. Жидко // ФЭС: Финансы, Экономика, Стратегия. 2015. №5. С. 64-67.
3. Леонов П.М. Характеристика сложного военного объекта (аэродрома) как объекта мониторинга и диагностирования // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2015. № 6. С. 35-40.
4. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы сетевых объектов / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 40-42.
5. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем по показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.
6. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность модернизируемой России: постановка задачи / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 181-190.
7. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления // Информация и безопасность. 2010. Т.13. №2. С. 175-184.
8. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информаци-

онной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.

9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.

10. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.

11. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 201-208.

12. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 43-46.

13. Сазонова, С.А. Управление гидравлическими системами при резервировании и обеспечении требуемого уровня надежно-

сти / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 43-45.

14. Леонов П.М. Функционирование модели системы мониторинга сложных военных объектов// ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2014. № 4. С. 21-24.

15. Колодяжный, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова, А.А. Седаев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 4 (32). - С. 25-33.

16. Государственная информационная политика компании.

17. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2002 Политика безопасности организации.

18. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации.

19. Международный стандарт ISO / IEC (серия стандартов информационной безопасности).



УДК 004.75

Воронежский государственный технический университет,
ст. преп. К.А. Маковий
Россия, г. Воронеж
E-mail: u00110@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University,
Senior teacher K.A. Makoviy
Russia, Voronezh
e-mail: u00110@vgasu.vrn.ru

К.А. Маковий

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВНЕДРЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВИРТУАЛЬНЫХ РАБОЧИХ СТОЛОВ

Аннотация. Обоснована необходимость разработки информационной системы интеллектуализации внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов, приведена структура проектируемой информационной системы

Ключевые слова: виртуализация рабочих столов, веб-приложение, веб-портал

К.А. Makoviy

DESIGN OF INFORMATION SYSTEM FOR VIRTUAL DESKTOP INFRASTRUCTURE DEPLOYMENT INTELLECTUALIZATION

Abstract. The need to develop an information system for the intellectualization of the virtual desktop infrastructure deployment was justified, the structure of designing information system is given

Keywords: virtual Desktop Infrastructure, web-application, web-portal

Инфраструктура виртуальных рабочих столов (Virtual Desktop Infrastructure, VDI) - это технология виртуализации, заключающаяся в размещении и выполнении настольной операционной системы на сервере в центре обработки данных, часто называемая виртуализацией рабочих мест. VDI позволяет организациям запускать полноценные рабочие места на базе виртуальных машин, обеспечивая возможность конечным пользователям получать к ним доступ независимо от местоположения клиента или типа его клиентского устройства.

В последние годы на рынке VDI наблюдается последовательный рост. Согласно аналитической фирме Technavio, рынок VDI, как ожидается, вырастет на 11% с

2017 по 2021 год [1]. Международная консалтинговая компания IDC, специализирующаяся на изучении мирового рынка информационных технологий, сообщает, что рынок виртуальных клиентских компьютеров (VCC) в 2015 году оценивался в 3 миллиарда долларов и предсказывает, что к 2020 году эта цифра достигнет 4,6 миллиарда долларов, увеличившись на 8,9% [2].

Виртуализации применяется в различных отраслях и образование – не исключение. Студенты нуждаются в круглосуточном доступе к ИТ-ресурсам и поддержке независимо от того, находятся ли они на территории университета или за его пределами. В связи с ростом востребованности программ дистанционного обучения, постоянный доступ к ИТ-ресурсам приобретает все большее значение для создания единой образова-

тельной и социокультурной среды университета. Преимуществ технологии виртуальных рабочих столов в образовательной среде много [3], но большинство из них сводится к повышению доступности и совместимости. Обладая инфраструктурой виртуальных рабочих столов, пользователи могут получать доступ к своим файлам из любого мест, например, незаконченная дома работа может быть завершена на мобильном устройстве и показана в компьютерной лаборатории.

Можно выделить следующие преимущества внедрения технологии виртуализации рабочих мест для организации или предприятия:

- уменьшение сложности поддержки клиентских рабочих мест;
- сокращение затрат на приобретение компьютеров для клиентских рабочих мест и операционных расходов;
- возможность обеспечить доступ к рабочему месту в любое время и из любого места;
- повышение уровня информационной безопасности централизованной инфраструктуры;
- снижение энергопотребления, соответствие концепции Green Computing.

Особенностью внедрения технологии виртуализации рабочих столов являются довольно большие затраты на первом этапе, поскольку экономически переход на данную технологию оправдан для относительно больших количеств клиентских устройств [4]. При внедрении часто бывает необходима закупка аппаратных серверов, на которых будут выполняться виртуальные машины. Минимизация первоначальных затрат за счет оптимального выбора оборудования на этапе закупки оборудования способствует повышению доверия к проекту внедрения VDI.

Использование VDI – это серьезное изменение концепции предоставления информационных ресурсов на предприятии, которое требует методического планирования процесса внедрения. Приблизительный перечень этапов внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов, приведенный в

[5], может быть скорректирован следующим образом с учетом возможности применения разработанных математических моделей и методов:

1. Предварительный расчет стоимости аппаратных серверных ресурсов для использования в качестве серверных мощностей для выполнения виртуальных рабочих столов с учетом возможностей оптимизации аппаратных ресурсов [6].

2. Техничко-экономическое обоснование какие приложения используются, сколько рабочих станций имеется в наличии, как они используются и как они могут быть виртуализованы [4].

3. Выбор объекта для реализации пилотного проекта с учетом мнения различных экспертов и с применением метода гибридных оценок [7]. Пилотный проект необходим для оценки технологии виртуализации перед покупкой программного и аппаратного обеспечения. Этот процесс может быть начат как краткосрочный проект (пилот) с использованием бесплатных пробных версий решений VDI. В случае успеха можно переходить к более долгосрочному проекту для небольших групп пользователей перед тем как осуществлять покупку программного и аппаратного обеспечения для полномасштабного развертывания технологии в масштабах всей организации. На каждом из этапов закупки может использоваться модель, предложенная в [8] для решения задачи оптимизации серверных ресурсов.

4. Оценка результатов пилотного проекта. Диагностика производительности технологии в рамках пилотного проекта и анализ результатов экспериментального внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов в ИТ-инфраструктуру ВУЗа

5. Переход к практическому использованию. На этом этапе использование технологии виртуализации рабочих мест становится нормой. Администраторы и пользователи приходят к тому, что создание новой виртуальной машины является частью процессов внутри организации. Для того, чтобы это случилось, необходимо получение опыта

работы с данной технологией широкого круга сотрудников ИТ департамента и административного персонала, документирование новых процедур, понимания как работает VDI и как улучшить дизайн решения.

6. Расчет экономической эффективности – это этап, на котором обсуждают экономические преимущества, ROI и TCO виртуализации рабочих мест. Несмотря на то, что преимущества внедрения VDI могут быть очевидны для ИТ администраторов, они не являются таковыми для руководителя организации, руководителя ИТ и финансового отдела, то есть для тех людей, которые принимают решение о внедрении технологии во всей организации. По этой причине необходимо обеспечить отчетность по возврату инвестиций и текущей стоимости.

7. Использование дополнительных возможностей. Как только виртуализация рабочих мест доказала свою пользу для организации, можно переходить к этапу внедрения дополнительных возможностей. К примерам таких опций можно отнести поддержку 3D графики, двухфакторную аутентификацию, виртуальные машины при отсутствии доступа к сети.

Внедрение технологии виртуализации рабочих столов представляет собой проект, который требует и финансовых, и административных, и трудовых ресурсов. Накопление информации о том, как происходит внедрение, и предоставление этой информации не только всем заинтересованным сторонам проекта, но и широкому кругу лиц в доступной и наглядной форме, способствует увеличению продуктивности проектной команды. Несмотря на то, что каждая организация уникальна по своей ИТ-инфраструктуре, у российских вузов много общего, и накопление опыта развертывания и использования новой технологии было бы крайне полезно для других вузов и регионов.

Одним из наиболее наглядных способов предоставления информации, позволяющим интегрировать различные приложения в единый программный комплекс, является web-портал. Обеспечивая единую систему

аутентификации пользователей, он позволяет объединить в информационную систему программные модули, разработанные на различных платформах с использованием средств, наиболее подходящих для каждой конкретной задачи.

В процессе исследования процесса внедрения технологии виртуализации рабочих столов были сформулированы оптимизационные задачи и задачи принятия решений, для которых были разработаны программные модули, позволяющие выполнять расчеты с помощью различных математических моделей. Для удобства использования предлагается объединить эти модули в единую систему поддержки принятия решений в процессе внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов. Данную информационную систему было решено реализовывать в виде веб-портала – веб-сайта, или сервиса, который предлагает широкий спектр ресурсов и услуг, доступ к различной корпоративной информации.

Ниже перечислены модули, планируемые для интеграции в информационную систему интеллектуализации:

1. Модуль выбора серверных ресурсов для выполнения заданного числа виртуальных рабочих столов. Данная задача является NP-сложной и решается с использованием различных эвристических алгоритмов. Данный модуль реализован в виде веб-архива в средстве компьютерной математики Matlab [9].

2. Модуль расчета данных для технико-экономического обоснования. В начале процесса развертывания инфраструктуры виртуальных рабочих столов необходимо провести анализ окупаемости инвестиций в данный проект [4].

3. Выбор класса как объекта применения технологии VDI [7]. С помощью метода гибридных оценок можно выбрать один из имеющихся компьютерных классов для развертывания технологии виртуальных рабочих мест в сеть образовательного учреждения. Этот модуль разработан с использованием языков программирования HTML, CSS,

JavaScript, PHP в виде веб-приложения, результаты сохраняются в базу данных.

4. Модуль выбора стратегии внедрения VDI на основе комбинации SWOT-анализа и метода анализа иерархий позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решения в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных стратегий по результатам пилотного проекта.

Начало работы над проектом начинается с разработки технического задания. Но текст является не лучшим способом препод-

несения информации, а главное не самым интуитивным, поэтому прежде, чем перейти к письменному описанию, следует создать структуру с помощью диаграммы связей, называемой также интеллект-картой, картой мыслей (Mindmap) или ассоциативной картой, — это способ изображения процесса, взаимосвязей его внутренних частей с помощью схем [6]. На рисунке приведена диаграмма связей структурных элементов веб-портала информационной системы интеллектуализации процесса внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов.

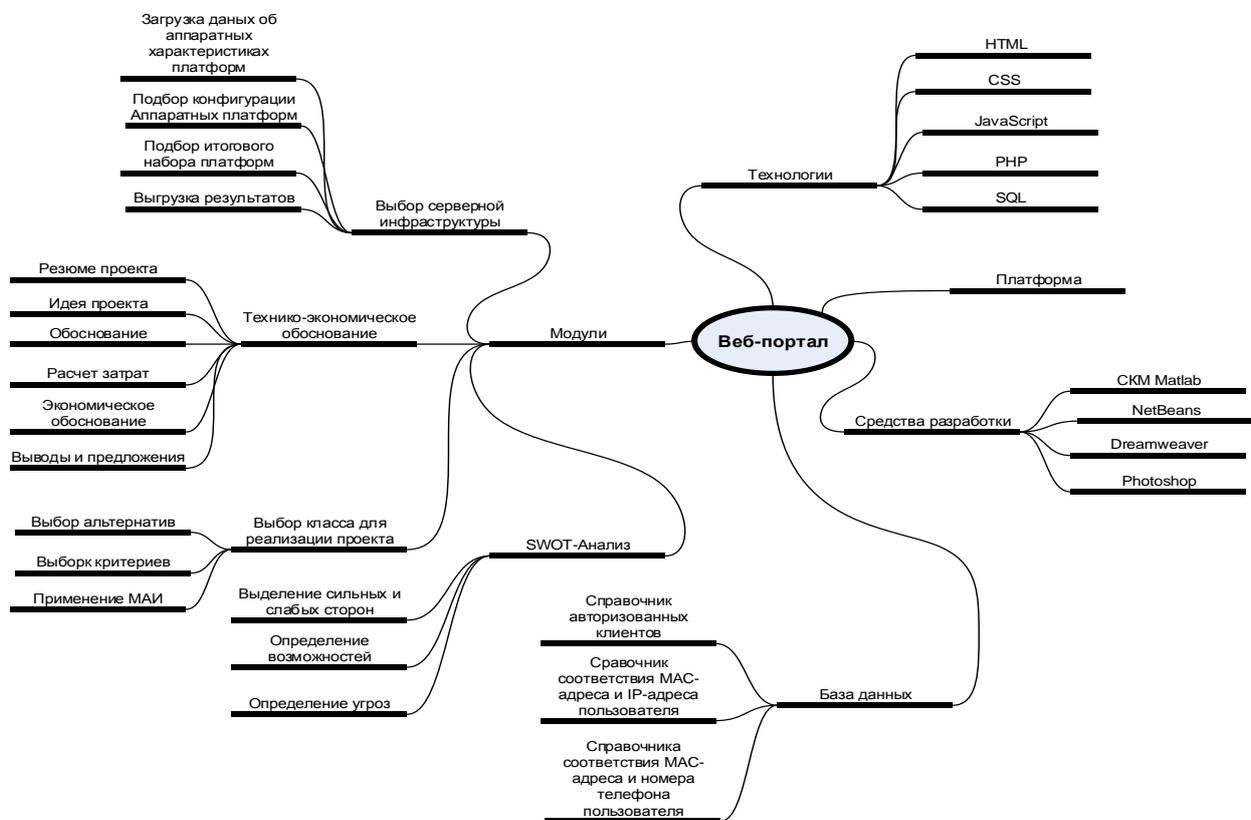


Диаграмма состояний веб-портала информационной системы интеллектуализации процесса внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов

Диаграмма связей имеет древовидную структуру, отражая модули, средства разработки, технологии и базу данных, используемые в процессе разработки веб-портала. Отправной точкой для построения является некий ключевой центральный объект, который постепенно обрастает связями с другими подчиненными или имеющими отноше-

ние объектами и понятиями. Диаграмма связей визуально показывает иерархию и взаимосвязь различных объектов в виде древовидной схемы, на которой изображены идеи, задачи или другие понятия и связи между ними - ветви, отходящие от центрального объекта — корня. В основу положен принцип «радиантного мышления», относящийся

к ассоциативным мыслительным процессам. Он показывает бесконечное разнообразие возможных ассоциаций и, следовательно, неисчерпаемость возможностей мозга. Подобный способ записи позволяет диаграмме связей неограниченно расти и дополняться. Диаграммы связей используются для визуализации, структуризации и классификации идей, различных объектов, принятия решений, составления планов.

Приведенная на рисунке диаграмма демонстрирует структуру проектируемого веб-портала информационной системы интеллектуализации процесса внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов, позволяющую интегрировать программные модули, реализованные с помощью различных технологий.

Библиографический список

1. Global Virtual Desktop Infrastructure (VDI) Market to Grow Rapidly Through 2021, Due to Its Ability to Offer Improved Security and Flexibility to Enterprises: Technavio – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.businesswire.com/news/home/20161111005754/en/Global-Virtual-Desktop-Infrastructure-VDI-Market-Grow>
2. IDC MarketScape: Worldwide Virtual Client Computing Software 2015 Vendor Assessment - Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.ericom.com/articles/256606e_Ericom.pdf
3. Метелкин Я. В. Виртуализация в образовании // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Студент и наука. – 2016. – №. 10. – С. 109-113.
4. Маковий К. А., Хицкова Ю. В. Экономическое обоснование внедрения технологии виртуализации рабочих столов (Virtual Desktop Infrastructure) в ИТ-инфраструктуру высшего учебного заведения // Современная экономика: проблемы и решения. – 2015. – №. 2. – С. 75-81.
5. Маковий К. А., Ермаков С. А., Хицкова Ю. В. Использование АНР в процессе внедрения VDI. / К. А. Маковий, С. А. Ермаков, Ю. В. Хицкова // Теория и техника радиосвязи. – 2016. №1. с. 107-111.
6. K. Makoviy, D. Proskurin, Yu. Khitskova, Ya. Metelkin. Server hardware resources optimization for virtual desktop infrastructure implementation // CEUR Workshop Proceedings — Mathematical Modeling. Information Technology and Nanotechnology 2017. Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology, Samara, Russia, April 25-27, 2017. Vol. 1904. P. 178–183. — doi:10.18287/1613-0073-2017-1904-178-183
7. Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Герус С.В. Программный модуль поддержки принятия решения о выборе объекта виртуализации / К.А. Маковий, Ю.В. Хицкова, С.В. Герус // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2016. № 1 (7). с. 120 – 124.
8. Проскурин Д.К. Маковий К.А. Задача выбора серверных ресурсов для внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов // Вестник Воронежского технического университета. – 2017.- Т.13. – №4. – с. 26-32.
9. Маковий К.А., Метелкин Я.В., Подсадный В.П. Разработка WEB-приложения с помощью компилятора библиотек в среде MATLAB. Научный вестник Воронежского ГАСУ, серия информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, выпуск 1, 2017, Воронеж, Воронежский ГАСУ с. 168-171.
10. Buzan T., Buzan B., Harrison J. The mind map book: Unlock your creativity, boost your memory, change your life. – Pearson BBC Active, 2010.

УДК: 616.036.8

Воронежский государственный медицинский университет
имени Н.Н. Бурденко
Канд. мед. наук, доцент О.А. Жданова
E-mail: olga.vr9@yandex.ru
студент 3 курса Н.А. Савченко
ассистент О.В. Гурович
Россия, г. Воронеж, E-mail: olgavicg@yandex.ru

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Ph.D. in Medicine, associate professor, O.A. Zhdanova
E-mail: olga.vr9@yandex.ru.
Assistant O.V. Gurovich
E-mail: olgavicg@yandex.ru
3rd year student N.A. Savchenko
Russia, Voronezh

О.А. Жданова, О.В. Гурович, Н.А. Савченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ROC-АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ТЕЧЕНИЯ НЕФРОТИЧЕСКОГО СИНДРОМА У ДЕТЕЙ

Аннотация. Представлено практическое применение метода ROC-анализа для определения индивидуального прогноза течения нефротического синдрома у детей с учетом возраста дебюта заболевания и проводимой терапии в период дебюта

Ключевые слова: нефротический синдром, стероидная терапия, дети, прогноз, ROC-анализ

O.A. Zhdanova, O.V. Gurovich, N.A. Savchenko

USING THE METHOD OF ROC ANALYSIS TO DETERMINE THE INDIVIDUAL PROGNOSIS OF NEPHROTIC SYNDROME IN CHILDREN

Abstract. Article presents the practical application of the method of ROC analysis to determine the individual prognosis of nephrotic syndrome in children based on the age of onset of the disease and the therapy in the first episode

Keywords: nephrotic syndrome, steroid therapy, children, prognosis, ROC-analysis

В решении прикладных медицинских задач в последние годы используется метод ROC-анализа (Receiver operating characteristic) с построением ROC-кривой. Этот метод связан с логистической регрессией. Он позволяет проанализировать несколько диагностических или прогностических моделей, сравнить их чувствительность и специфичность, подобрать порог отсечения и выбрать модель с наилучшими прогностическими характеристиками [1].

Возможности использования данного статистического метода показаны на примере моделирования прогноза течения нефротического синдрома у детей. Нефротический синдром относится к редким, но серьезным заболеваниям, требует длительной терапии системными кортикостероидами, а в части случаев – цитостатиками.

Ответ ребенка с нефротическим синдромом на стандартную терапию глюкокортикостероидами в дебюте болезни является одним из главных факторов, определяющих прогноз заболевания [2]. Около 80-90% де-

тей отвечают на терапию, развивают полную ремиссию НС и имеют благоприятный прогноз [3], у 50-60% пациентов возникают частые рецидивы заболевания либо формируется стероидзависимость [4]. Большинство детей с рецидивирующим течением продолжают впоследствии отвечать полной ремиссией на ГКС. При этом отдаленный прогноз в этой группе пациентов благоприятен [4]. В свою очередь, часто рецидивирующее течение, стероидзависимость и стероидтоксичность являются показаниями для назначения пациенту иммуносупрессивной терапии цитостатиками [2, 4].

Для проведения анализа использованы данные ретроспективного исследования 89 пациентов с нефротическим синдромом в возрасте от 1 года до 18 лет, находившихся в лечении в нефрологическом отделении Воронежской областной детской клинической больницы №1 в 1999-2014 годах.

Для каждого ребенка учитывали следующие данные: возраст на момент дебюта, пол, вид получаемой терапии («стандартная терапия», цитостатическая терапия), прогноз заболевания. В качестве прогноза заболева-

ния выделяли следующие варианты течения нефротического синдрома [5]:

– стероидчувствительный нефротический синдром - достигается полная ремиссия заболевания на фоне терапии преднизолоном в дозе 2 мг/кг/сутки или 60 мг/м²/сутки в течение четырех недель («стандартная терапия»),

– стероидчувствительный нечасто рецидивирующий (СЧНС) - после достижения ремиссии по окончании первого курса стероидной терапии рецидивы отмечаются реже, чем 2 раза в 6 месяцев,

– стероидчувствительный часто рецидивирующий (ЧРНС) - после достижения ремиссии рецидивы наблюдаются не реже 2 раз в 6 месяцев,

– стероидчувствительный стероидзависимый (СЗНС) - рецидив развивается при снижении дозы преднизолона или не позднее, чем через 2 недели после отмены препарата,

– стероидрезистентный (СРНС) - отсутствие ремиссии после 8 недель лечения преднизолоном в дозе 2 мг/кг/сутки или 60 мг/м²/сутки.

Для определения индивидуального прогноза течения НС у детей с учетом возраста дебюта заболевания и проводимой терапии в период дебюта использован расчет показателей чувствительности и специфичности на основе четырехпольных таблиц сопряженности и ROC-анализа (Receiver operating characteristic). Показатель площади под кривой ROC (ROC AUC – Area under ROC) представлен в виде среднего значения и стандартной ошибки среднего с вычислением 95% доверительного интервала (ДИ). При проверке статистических гипотез принимал-

ся 5% уровень значимости.

В результате ROC-анализа выявлено, что редко рецидивирующий, наиболее благоприятный вариант течения заболевания, сформировался у 46 детей (51,7%), все дети получали в дебюте только «стандартную» терапию.

СЧНС часто рецидивирующий имел место у 11 детей (12,4%), из них 10 пациентов получали в дебюте «стандартную» терапию (90,9%).

СЗНС наблюдался у 9 человек (10,1%), среди них 7 детей получали в дебюте «стандартную» терапию (77,8%) и 2 пациентов – «стандартную» терапию в сочетании с цитостатиками (22,2%). Чувствительность формирования СЗНС у детей с учетом возраста, получавших в дебюте только стандартную терапию составила 42,9%, специфичность 100%. Для пациентов, получавших в дебюте «стандартную» терапию вместе с цитостатической терапией чувствительность формирования СЗНС также составила 100%, специфичность – 42,9%.

СРНС сформировался у 23 детей (25,8%). У большинства пациентов этой группы в дебюте не получена ремиссия при проведении «стандартной» терапии, поэтому лечение было дополнено цитостатиками. Только 5 пациентов данной группы получали в дебюте «стандартную» терапию (21,7%). Чувствительность формирования СРНС у детей с учетом возраста дебюта заболевания, получавших в дебюте только «стандартную» терапию, составила 80%, специфичность – 88,9%.

Варианты течения нефротического синдрома у детей разных возрастных групп представлены в таблице 1.

Таблица 1

Варианты течения нефротического синдрома у детей в зависимости от возраста дебюта Заболевания

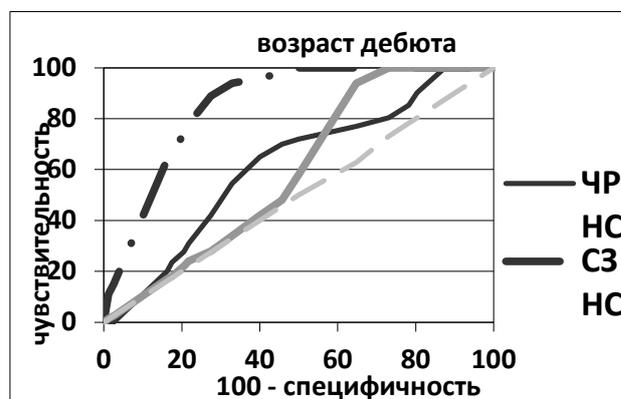
Возраст дебюта	СЧНС редко рецидивирующий абс. (%)	ЧРНС и СЗНС абс. (%)	СРНС абс. (%)	p
до 3 лет	12 (40,0)	14 (46,7)	4 (13,3)	0,034
3 – 10 лет	33 (82,5)	4 (10,0)	3 (7,5)	0,004
старше 10 лет	1 (5,3)	2 (10,5)	16 (84,2)	0,000
все дети	46 (51,7)	20 (22,5)	23 (25,8)	

Наиболее благоприятный вариант течения заболевания отмечен у детей с дебютом заболевания в возрасте от 3 до 10 лет, наиболее неблагоприятный – у детей подросткового возраста. Только у 1 ребенка с дебютом в возрасте старше 10 лет ремиссия достигнута на «стандартной» терапии и диагностирован СЧНС редко рецидивирующий, а большинство детей этой группы (84,2%) сформировали СРНС и требовали проведения пульс-терапии и цитостатической терапии. Отличия вида прогноза от возраста детей в период дебюта заболевания статистически значимы ($p < 0,001$).

Прогноз развития разных вариантов течения НС с использованием ROC-анализа представлен на рисунке.

Для формирования ЧРНС показатели чувствительности и специфичности составили 72,7 и 59,0% соответственно. Наилучший вариант ROC-кривой получен для СЗНС –

чувствительность и специфичность составили 88,9 и 72,5% соответственно.



ROC-кривые прогноза течения НС у детей разного возраста

Сравнение полученных моделей развития неблагоприятных вариантов течения НС и благоприятного СЧНС редко рецидивирующего представлено в таблице 2.

Таблица 2

Анализ моделей развития неблагоприятных вариантов течения НС у детей с учетом возраста дебюта заболевания

Вариант течения НС	Возраст дебюта*	AUC (M±m)	AUC 95% ДИ	p
СЧНС редко рецидивирующий	≤ 9 лет	0,56±0,07	0,43 – 0,69	0,356
ЧРНС	≤ 4 года	0,62±0,09	0,44 – 0,79	0,197
СЗНС	≤ 3 года	0,85±0,05	0,6 – 0,92	<0,001
СРНС**	> 7 лет	0,92±0,07	0,79 – 1,00	<0,001

* - указан возраст, являющийся значимым для формирования соответствующего варианта течения НС (точка отсечения)

** - ROC-анализ для СРНС проведен с учетом возраста дебюта и вида терапии, для остальных вариантов течения – только с учетом возраста

Показатель AUC предназначен для сравнительного анализа нескольких моделей. Чем он больше, тем лучшей прогностической силой обладает модель. Качество модели оценивается как отличное при значениях площади под кривой 0,9-1,0, очень хорошее – 0,8-0,9, хорошее – 0,7-0,8, среднее – 0,6-0,7, неудовлетворительное – 0,5 – 0,6 [1].

Лучшей прогностической силой обла-

дают модели для СЗНС (очень хорошее качество) и СРНС (отличное качество). Модель для ЧРНС имеет среднее качество, а для редко рецидивирующего варианта течения НС – неудовлетворительное.

Библиографический список

1. Григорьев С.Г., Лобзин Ю.В., Скрипченко Н.В. Роль и место логистической регрессии и ROC-анализа в решении медицинских диагностических задач / С.Г. Григорьев, Ю.В. Лобзин, Н.В. Скрипченко. – Журнал инфектологии. – 2016. – Т. 8, №4. – С. 36-45.
2. Long-term Outcomes of Childhood Onset Nephrotic Syndrome / R. Hjorten, Z. Anwar,

K.J. Reidy. - Front. Pediatr. – 2016. - № 4: article 53. doi: 10.3389/fped.2016.00053.

3. Швырев А.П., Ситникова В.П. Особенности линейного роста у детей с хроническими нефропатиями/ А.П. Швырев, В.П. Ситникова, А.Н. Пашков, О.В. Минакова// Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2007. - №3. – С. 23-25.

4. Клинические практические рекомендации KDIGO по лечению гломерулонефритов. <http://www.kidney-international.org>.

5. Обухова В.А., Длин В.В. Факторы риска часто рецидивирующего течения стероид-чувствительного нефротического синдрома у детей / В.А. Обухова, В.В. Длин - Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2014. - №6. – С. 79-83.

УДК 330.43

*Воронежский государственный университет
Преподаватель М.В. Добринина
Россия, г. Воронеж, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru*

*Voronezh State University
Lecturer M. V. Dobrina
Russia, Voronezh, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru*

М.В. Добринина

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ В СИСТЕМЕ MATLAB-SIMULINK

Аннотация. В данной работе был рассмотрен итерационный алгоритм оптимизации инвестиционного портфеля в системе Matlab-Simulink. Автором были проанализированы статическая и динамическая модели отыскания оптимального портфеля с учетом подсистем с конкретными пояснениями по отдельным блокам, а также обоснован параметр готовности к риску или неприятия риска инвестором с точки зрения актуарной математики

Ключевые слова: итерационный алгоритм, оптимизация инвестиционного портфеля, система Matlab-Simulink, подсистема статической модели, подсистема динамической модели

M. V. Dobrina

ITERATIVE ALGORITHM FOR PORTFOLIO OPTIMIZATION IN MATLAB-SIMULINK SYSTEM

Abstract. The author considers the iterative algorithm for portfolio optimization in Matlab-Simulink system in this paper. The writer analyzed the static and dynamic models for finding optimal portfolios given the subsystems with specific explanations of individual blocks and also justified the risk appetite or risk aversion parameter of investor behavior from a perspective of actuarial mathematics

Keywords: the iterative algorithm, the optimization of the investment portfolio, Matlab-Simulink system, the static model subsystem, the dynamic model subsystem

Актуальность данной темы обосновывается тем, что оптимизация инвестиционного портфеля без использования информационных технологий, в частности среды MATLAB, весьма проблематична ввиду сложности и объемности необходимых вычислений и жестких ограничений во времени.

Цель работы – проанализировать итерационный алгоритм оптимизации инвести-

ционного портфеля в системе Matlab-Simulink.

Отметим, что программа имитации реальных процессов Simulink – это немалоизвестное приложение к пакету Matlab. Система Matlab-Simulink использует принцип визуального моделирования, в соответствии с которым пользователь строит динамическую модель объекта из стандартных блоков на экране монитора и осуществляет расчеты с имитацией различных значений внутренних параметров и внешних воздействий [2].

При этом в отличие от классических методов моделирования не обязательно знать язык программирования Matlab, достаточно иметь лишь общие навыки работы на компьютере и творческий характер мышления. [7].

Статическая модель инвестиционного портфеля представлена на рисунках 1 и 2. Заметим, что подсистема (subsystem) на рисунке 2 содержит блоки для построения ковариационной матрицы портфеля из трех активов. Блоки Constant1 и Constant2 включают, соответственно, диагональную матрицу стандартных отклонений и корреляционную матрицу, матричное умножение которых осуществляет блок Product2. При этом умножитель Gain1 дает возможность построить ковариационную матрицу набора из трех активов на выходе подсистемы Out1. Блок Product осуществляет обращение ковариационной матрицы, а блок Gain - матричное умножение вектора ожидаемых доходностей на обратную матрицу. Блок Sum of Elements выполняет поэлементное сложение вектора, полученного из предыдущего блока. В блоке Product1 осуществляется расчет весовых коэффициентов оптимального портфеля как частное от деления каждого элемента вектора на общую сумму (дисплей Weight). В блоке Gain2 осуществляется поэлементное умножение весовых коэффициентов на ожидаемые доходности активов. В блоке Sum of Elements2 - сложение результатов для получения ожидаемой доходности портфеля, демонстрируемой на экране дисплея Return. Этот же сигнал подается на вход блока Divide, на второй вход которого поступает сигнал с блока Sum of Elements [3].

В итоге получаем дисперсию портфеля, квадратный корень из которой (блок Math Function) дает стандартное отклонение портфеля на дисплее Risk.

Отрицательные значения весовых коэффициентов допустимы лишь при возможности коротких продаж (продаж без покрытия), т. е. когда инвестор может продавать заимствованные акции. В общем случае доли активов в портфеле должны быть неотрица-

тельными, а их сумма равна единице. Поэтому при получении отрицательных значений надо открыть подсистему и в корреляционной матрице для соответствующего актива вместо единицы на главной диагонали ввести достаточно большое число, например десять в седьмой степени [5].

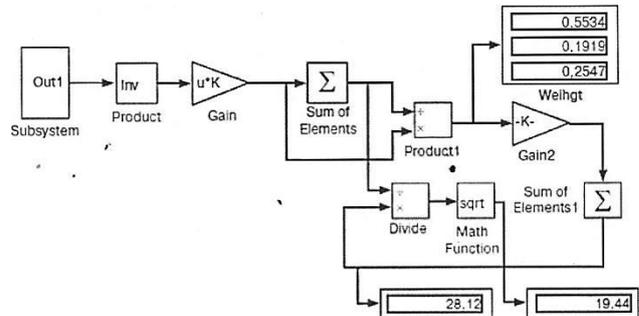


Рис. 1. Статическая модель отыскания оптимального портфеля

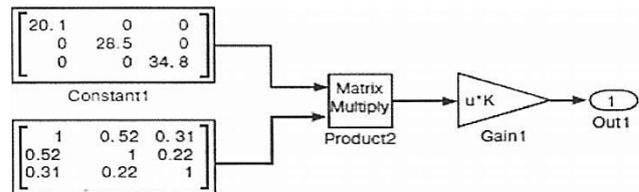


Рис. 2. Состав подсистемы статической модели (Subsystem)

Если не один, а несколько активов имеют отрицательные коэффициенты, то аналогичная процедура выполняется в порядке сокращения абсолютных значений этих коэффициентов. При включении в портфель безрискового актива стоит сократить ожидаемые доходности всех активов на величину безрисковой ставки. Тогда доля безрискового актива вычисляется как единица минус отношение заветной сверхдоходности портфеля к рассчитанной с применением модели оптимальной избыточной доходности касательного портфеля, а оставшаяся часть распределяется пропорционально весам рискованных инструментов в касательном портфеле. При этом сверхдоходность – это разница между доходностью и ставкой безрискового инструмента.

Динамическая модель инвестиционного портфеля представлена на рисунке 3.

Данные для построения портфеля, используемые в подсистеме на рисунке 4 берутся из вышерассмотренного случая (корреляционная матрица, вектор ожидаемых доходностей, вектор стандартных отклонений). К структуре модели добавлен блок Ramp, который строит линейную функцию с начальным значением, равным нулю, и скоростью изменения, равной единице. В процессе моделирования шаг модельного времени соответствует шагу ставки отсечения, задаваемой

этим блоком [4].

Если в предыдущей модели ставка отсечения была перманентна и равна нулю, то в данной случае она изменяется в пределах от нуля до 20% и интерпретируется как время моделирования, задаваемое пользователем. На каждом шаге модель определяет оптимальные характеристики данного портфеля, а итоги определяют виртуальные измерительные средства.

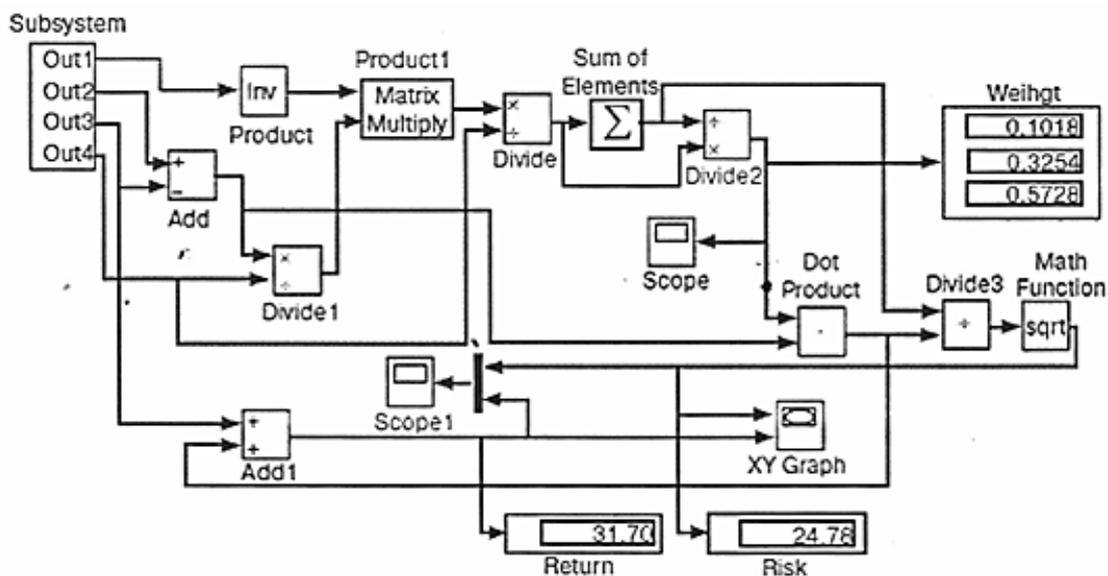


Рис. 3. Динамическая модель отыскания оптимального портфеля

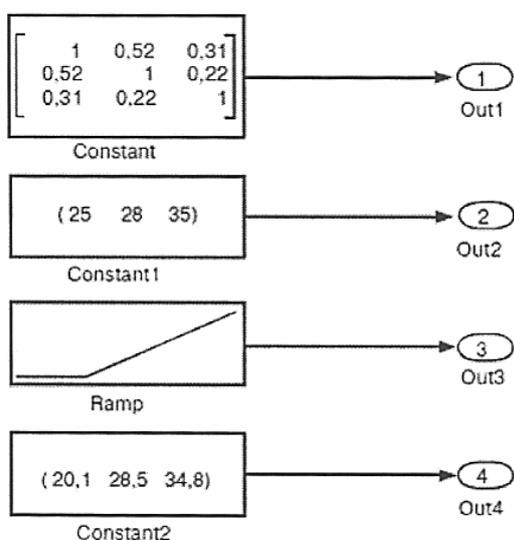


Рис. 4. Состав подсистемы динамической модели (Subsystem)

Дисплеи Weight (вес), Return (доходность) и Risk (стандартное отклонение) определяют показатели портфеля на последнем шаге моделирования, т. е. при ставке отсечения, равной 20% [7].

Стоит отметить, что в нашем случае инвестор может инвестировать деньги как в рисковые, так и безрисковые активы, а также привлекать заемные средства по ставке превышающей безрисковую [6].

Величина параметра неприятия риска изменяется в пределах от 2 для лица склонного к риску до 4 - для осторожного инвестора. При этом важным вопросом является уровень готовности инвестора к риску.

Для обоснования параметра готовности к риску или неприятия риска предлагаем применять неравенство Крамера по аналогии

с актуарными расчетами имущественного страхования [8]. В соответствии с этим неравенством готовность к риску обозначается буквой a и определяется как натуральный логарифм допустимой вероятности банкротства p со знаком минус, деленный на два (см. формулу 1):

$$a = \frac{-\ln(p)}{2} \quad (1)$$

А оценка доли рискованных инвестиций с учетом параметра неприятия риска рассчитывается по формуле 2:

$$\omega = -2 \times \frac{r}{\ln(p) \times \sigma} \quad (2)$$

где σ – стандартное отклонение.

Стоит обратить внимание, что параметр a – это коэффициент кратности для стандартного отклонения, что согласуется с теорией принятия решений в условиях риска [1].

Вывод: в данной работе был рассмотрен итерационный алгоритм оптимизации инвестиционного портфеля в системе Matlab-Simulink, а также были проанализированы статическая и динамическая модели отыскания оптимального портфеля с учетом подсистем с конкретными пояснениями по отдельным блокам. В статье немаловажная роль была отведена обоснованию параметра готовности к риску или неприятия риска инвестором с точки зрения актуарной математики. А в настоящее время оптимизация инвестиционного портфеля без использования информационных технологий, в частности среды MATLAB, весьма проблематична ввиду сложности и объемности необходимых вычислений и жестких ограничений во времени.

Библиографический список

1. Булгаков Ю.В. Диагностика инвестиционного риска // Финансовый менеджмент. 2006. №4.
2. Булгаков Ю.В. Инвестиционное проектирование в системе Matlab-Simulink// Финансовый менеджмент. 2010. №2.
3. Гасилов В.В., Добрина М.В. Оценка рисков инвестиционных проектов. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. Сборник № 2(13), 2015. – с. 11-16.
4. Давнис В.В., Добрина М.В. Модели доходности финансовых активов и их применение в моделях портфельного инвестирования. Материалы XII международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы». Воронежский государственный университет, 2016. – с. 197-200.
5. Добрина М.В. Формирование оптимального инвестиционного портфеля Марковица. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Экономика и предпринимательство, 2016. – с. 21-30.
6. Добрина М.В. Оптимизация инвестиционного портфеля с применением Microsoft Excel. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2017. – с. 135-139.
7. Цисарь И.Ф. MATLAB Simulink. Компьютерное моделирование экономики. - М.: СОЛОН-РЕСС, 2008.
8. Штрауб Э. Актуарная математика имущественного страхования. - М.: КРОКУС-Т, 1993.

УДК 517.27

Воронежский филиал «РЭУ им. Г.В. Плеханова»
 Преподаватель математики А. И. Глушков
 Россия, г. Воронеж, E-mail: glushkov_alex_1965@mail.ru
 Кандидат географических наук, доцент Л. Н. Шенцева
 Россия, г. Воронеж, E-mail: lorashentseva@yandex.ru

Voronezh branch "REU of G.V. Plekhanov"
 Teacher of mathematics A.I. Glushkov
 Russia, Voronezh, E-mail: glushkov_alex_1965@mail.ru
 Candidate of geographical sciences, associate professor
 L.N. Shentseva
 Russia, Voronezh, E-mail: lorashentseva@yandex.ru

А.И. Глушков, Л.Н. Шенцева

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО КРИТЕРИЯ ВЫПУКЛОСТИ ФУНКЦИИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕМЫ ЛАГРАНЖА

Аннотация. В статье рассматривается определение понятия выпуклой (вогнутой) на промежутке числовой функции с помощью метода касательных, предлагается оптимальный способ доказательства критерия выпуклости с помощью достаточных условий монотонности и существования экстремума функции, ориентированное на учащихся старших классов общеобразовательных школ и студентов средних специальных учебных заведений

Ключевые слова: выпуклость и вогнутость графика функции, монотонность функции, производная функции, экстремум функции, касательная прямая, формула Лагранжа

A.I. Glushkov, L.N. Shentseva

THE PROOF OF THE CRITERION OF CONVEXITY OF A FUNCTION WITHOUT USING THE THEOREM OF LAGRANGE

Abstract. The article deals with the definition of convex (concave) on the interval numeric functions using the method of tangent, it is proposed the optimal method of proof of the criterion of convexity by using sufficient conditions of monotonicity and the existence of extremum of the function-oriented high school students of secondary schools and students of secondary special educational institutions

Keywords: convexity and concavity the graph of a function, monotonicity of a function, derivative of a function, the extremum of the function, the straight line, the formula of Lagrange

Функция является одним из основных математических и общенаучных понятий, выражающим зависимость между переменными величинами. При исследовании её поведения понятие выпуклости (вогнутости) графика функции имеет очень большое значение. Ознакомившись с этим понятием, ученик или студент существенно упрощает процесс полного исследования функции и построения её графика. Выпуклость функции широко используется в экономической теории, географии и других науках. Например, закон убывающей эффективности производства утверждает, что при увеличении одного из основных факторов производства, например, затрат живого труда L , прирост производства начиная с некоторого значения L является убывающей функцией. Иными словами, объем произведенной продукции описывается графиком функции со сменой выпуклости вниз на выпуклость вверх.

В различных учебниках по математическому анализу нет единого подхода в

определении данного понятия. Подробно подходы к определению понятия выпуклости и вогнутости графика функции рассмотрены в [1].

Существует несколько определений понятия выпуклости (вогнутости) графика функции: с помощью метода касательных, метода хорд и аналитического метода.

Некоторые авторы предлагают поиск путей исследования функций на монотонность и выпуклость графика по определению, без использования производной методом, который называется методом обобщения [2]. Но этот метод громоздок, в нём прослеживается очевидная связь с производной, поэтому необходимость использования данного метода в обучении математике, на наш взгляд, кажется нерациональной.

Рассмотрим определение понятия выпуклости (вогнутости) графика функции с помощью метода касательных, так как во - первых, это определение имеет простую и наглядную геометрическую интерпретацию, во - вторых это определение позволяет доказать достаточное условие выпуклости функ-

ции, используя только достаточные условия монотонности и точек экстремума функции.

График функции $y = f(x)$ называется выпуклым вверх (вогнутым вниз) в данном промежутке, если он целиком расположен ниже (выше) касательной в его произвольной точке [3]. Для нахождения промежутков выпуклости (вогнутости) графика функции используют достаточное условие функции выпуклости (вогнутости) графика функции, называемое критерием выпуклости, которое формулируется так.

Пусть функция $y = f(x)$ дважды дифференцируема (имеет вторую производную) на интервале $(a; b)$. Если $f''(x) \geq 0$ для любого $x \in (a; b)$, то функция $y = f(x)$ является выпуклой вниз (вогнутой вверх) на интервале $(a; b)$. Если $f''(x) \leq 0$ для любого $x \in (a; b)$, то функция $y = f(x)$ является выпуклой вверх (вогнутой вниз) на интервале $(a; b)$.

Для доказательства этого критерия в высших учебных заведениях обычно используют формулу Тейлора с остатком в форме Лагранжа или формулу конечных приращений Лагранжа, которую применяют дважды. В средней общеобразовательной школе и средних специальных учебных заведениях разложение функции в ряд Тейлора не изучается. Формула конечных разностей Лагранжа приводится без доказательства с помощью геометрической интерпретации. Поэтому для доказательства будем использовать математический аппарат, которым должен владеть любой студент СПО и учащиеся старших классов общеобразовательных школ.

Пусть для определённости $f''(x) \geq 0$. Докажем, что график функции $y = f(x)$ расположен выше касательной, проведённой в произвольной точке данного промежутка. Это означает, что для одной и той же абсциссы, ордината кривой должна быть не больше ординаты касательной: $y \geq y_{\text{кас}}$. Возьмём на графике функции произвольную точку $M_0(x_0; y_0)$ и проведём через точку M_0 касательную, уравнение которой запишем в виде $y_{\text{кас}} = f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)$. Обозначим $y_{\text{кас}} = g(x)$.

Рассмотрим функцию $h(x) = f(x) - g(x) = f(x) - (f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)) = f(x) - f(x_0) - f'(x_0) \cdot (x - x_0)$.

Если график функции $y = f(x)$ расположен ниже касательной, проведённой в произвольной точке заданного промежутка, то для любого значения x из этого промежутка должно выполняться неравенство $h(x) \geq 0$. Равенство будет достигаться в точке x_0 , так как

$$h(x_0) = f(x_0) - f(x_0) - f'(x_0) \cdot (x_0 - x_0) = 0.$$

Таким образом, если график функции $y = f(x)$ расположен выше касательной, проведённой в произвольной точке промежутка $(a; b)$, то функция $h(x) = f(x) - g(x)$, где $g(x) = f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)$ на данном промежутке будет принимать неотрицательные значения. Причём $h(x) = 0$ при $x = x_0$. Докажем, что если $f''(x) \geq 0$, то $h(x) \geq 0$ в любой точке x промежутка $(a; b)$. Исследуем функцию $y = h(x)$ на экстремум на промежутке $(a; b)$, используя первое достаточное условие экстремума функции: если в точке x_0 производная функция равна нулю и при переходе через данную точку производная меняет знак, то x_0 есть точка экстремума. Первая производная функции $y = h(x)$ имеет вид $h'(x) = f'(x) - f'(x_0)$, причём $h'(x_0) = f'(x_0) - f'(x_0) = 0$. Вторая производная функции $y = h(x)$ равна $h''(x) = f''(x) \geq 0$. Так как $h''(x) \geq 0$ на заданном промежутке $(a; b)$, то функция $y = h'(x)$ является возрастающей на этом промежутке. Это означает, что для любого значения x , где $a < x < x_0 < b$ справедливо неравенство $h'(x) < h'(x_0) = 0$. Аналогично, если $a < x_0 < x < b$, то выполняется неравенство $h'(x) > h'(x_0) = 0$. Таким образом, на промежутке $(a; b)$ для функции $y = h(x)$ выполняются следующие условия: $h'(x_0) = 0$ и $h'(x) \neq 0$ для любого $x \neq x_0$. Значит, точка x_0 на заданном промежутке является единственной критической точкой. Так как при переходе через точку x_0 на промежутке $(a; b)$ производная $h'(x)$ меняет знак с минуса на плюс, то точка x_0 является точкой минимума на этом промежутке. Значит для любого $x \in (a; b)$ выполняется условие $h(x) \geq h(x_0)$, т. е., $h(x) \geq 0$.

Тот факт, что точка x_0 есть точка минимума функции $y = h(x)$ можно установить, используя второе достаточное условие экстремума функции: если в точке x_0 $h'(x_0) = 0$, а $h''(x) \neq 0$, то x_0 есть точка экстремума, причём, если $h''(x) > 0$, x_0 —

точка минимума. Но исследование функции на экстремум с помощью второй производной не изучается в курсе средней общеобразовательной школы, за исключением классов с углублённым изучением математики. Также данная тема может не изучаться и в средних специальных учебных заведениях в связи с сокращением часов на общеобразовательные дисциплины. Поэтому первый вариант доказательства ориентирован на массового ученика и студента СПО, и применим как в вузовских курсах математического анализа, так и в школьном курсе математики.

Библиографический список

1. Зубова И.К., Рассоха Е.Н. Подходы к определению понятия выпуклости и вогнутости графика функции. - Вестник ОГУ № 9 (115)/сентябрь 2010
2. Гилев В. Г. Об открытии метода обобщения при исследовании функций на монотонность и выпуклость графика // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 6. – С. 51–55
3. А.В. Гласко. Лекции по математическому анализу.- Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана 2013- С. 51-53

УДК 007.316.77

*Курская академия государственной и муниципальной службы
доцент, судья республиканской категории по футболу
А.Л. Гречишников
Email: kigms-fks@yandex.ru
Студент Т.А. Храмова,
Email: tanechka-khramtsova@mail.ru*

*Kursk Academy of State and Municipal Service
associate professor, referee of the republican football category
A.L. Grechishnikov
Email: kigms-fks@yandex.ru
Student T. A. Khramtsova
Email: tanechka-khramtsova@mail.ru*

А.Л. Гречишников, Т.А. Храмова

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫМ АКЦИЯМ ФУТБОЛЬНЫХ ХУЛИГАНОВ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЧЕМПИОНАТА МИРА ПО ФУТБОЛУ 2018 ГОДА В РОССИИ

Аннотация. В современном информационном обществе главным ресурсом является информация. Процессы с ней базируются на информационных технологиях. Информационные технологии, в свою очередь, — это все, что связано с процессом сбора, хранения, обработки и распространения информации. Агрессивно настроенные футбольные хулиганы – основная проблема при проведении спортивных соревнований. Чемпионат мира по футболу 2018 важнейшее событие спортивного сообщества. В этой связи противодействие агрессивным акциям, в том числе с помощью информационных технологий, является основной задачей организаторов соревнований

Ключевые слова: информационные технологии, проблемно-ориентированный подход, чемпионат мира по футболу 2018

A.L. Grechishnikov, T.A. Khramtsova

PROBLEM-ORIENTED INFORMATION TECHNOLOGIES TO COUNTER AGGRESSIVE ACTIONS OF FOOTBALL HOOLIGANS, DURING THE WORLD CUP 2018 IN RUSSIA

Abstract. The article deals with the definition of convex (concave) on the interval numeric functions using the method of tangent, it is proposed the optimal method of proof of the criterion of convexity by using sufficient conditions of monotonicity and the existence of extremum of the function-oriented high school students of secondary schools and students of secondary special educational institutions

Keywords: convexity and concavity the graph of a function, monotonicity of a function, derivative of a function, the extremum of the function, the straight line, the formula of Lagrange

В информационном обществе все зависит от информированности и от способности хорошо использовать имеющуюся ин-

формацию. И это касается как коллективов людей, так и отдельных личностей. Перед тем как что-либо предпринять, нужно провести работу по сбору, переработке, анализу информации. И найти наиболее подходящее

решение.

Для того чтобы правильно понять, оценить, грамотно разработать и использовать информационные технологии в различных сферах жизни общества необходима их предварительная классификация. Информационные технологии можно классифицировать следующим образом:

- функционально-ориентированные технологии;
- предметно-ориентированные технологии;
- проблемно-ориентированные технологии.

Функционально-ориентированные информационные технологии предназначены для реализации одной из типовых относительно автономных задач обработки информации.

Предметно-ориентированные информационные технологии предназначены для решения конкретной специфической задачи в конкретной области.

Однако часто удается выделить некоторые прикладные проблемы. Отсюда возникает понятие проблемно-ориентированной технологии, которая занимает в определенной степени промежуточное положение между функционально-ориентированной и предметно-ориентированной технологией. Потенциальные пользователи такой технологии могут принять участие в ее разработке только на начальной стадии обобщения и типизации конкретных задач или конечной стадии - при разработке некоторых специализированных дополнений[1].

Чемпионат мира по футболу 2018 — 21-й чемпионат мира по футболу ФИФА, который будет проходить с 14 июня по 15 июля 2018 года. Россия в первый раз в своей истории станет страной-хозяйкой мирового чемпионата по футболу, кроме того, он впервые будет проведён в Восточной Европе.

Список городов, которые примут матчи чемпионата мира: Москва, Калининград, Санкт-Петербург, Волгоград, Казань, Нижний Новгород, Самара, Саранск, Ростов-на-

Дону, Сочи, Екатеринбург.

Официальным талисманом турнира стал Волк по кличке Забивака; покорение космоса, иконопись и любовь к футболу — три составляющие эмблемы чемпионата мира.

Страны-участницы: Россия, Бразилия, Иран, Япония, Мексика, Бельгия, Республика Корея, Саудовская Аравия, Германия, Англия, Испания, Нигерия, Коста-Рика, Польша, Египет, Исландия, Сербия, Португалия, Франция, Уругвай, Аргентина, Колумбия, Панама.

Среди футбольных фанатов все большее распространение получают так называемые «хулиганс», агрессивно настроенные группы, которые становятся виновниками массовых беспорядков и насильственных действий.

Вопросы безопасности футбольных матчей в настоящий момент стоят наиболее остро. Помимо таких угроз как террористические акты, во время проведения международных, или национальных чемпионатов, криминальных действий в отношении болельщиков и спортсменов (краж, грабежей, мошенничества), все большую актуальность приобретают агрессивные действия со стороны радикальных футбольных групп.

Следует признать положительной тактику, когда все прибывающие на матч проходят предварительный контроль, в ходе которого выявляются лица, имеющие колюще-режущие предметы, фейерверки, петарды или иные предметы которые могут представлять опасность. Не допускаются на футбольные матчи лица в состоянии алкогольного, или наркотического опьянения, а также находящиеся в состоянии сильного душевного волнения и своим поведением провоцирующие негативные действия. Во время футбольных матчей не реализуются крепкие алкогольные напитки, за исключением пива и запрещена стеклянная тара.

Так же осуществляется разделение мест для болельщиков на сектора, которые отделены друг от друга специальными защитными устройствами препятствующими

столкновение между противоборствующими группами. Устанавливается дополнительная защита футбольной арены от предметов, которые могут выбрасываться хулиганами на поле, антивандальное исполнение интерьера, с целью предотвращения его порчи, уничтожения или использования его элементов в качестве оружия[2].

В связи с этим целесообразно применение иных методов, в качестве которых могут использоваться следующие:

1. Агентурная работа. Один из наиболее древних и эффективнейших методов получения искомой информации состоит в инфильтрации в группировку специально подготовленных сотрудников специальных служб или полиции. Учитывая тот факт, что среди офицеров полиции и спецслужб немало поклонников футбола, данный процесс значительно упрощается.

Однако в тех случаях, когда внедрение своего агента в группу затруднительно, сотрудники полиции стараются привлечь в качестве агента кого-либо из уже существующих членов группировки. Причины, по которым они могут идти на контакт, различны, это могут быть как некие моральные мотивы, так и материальное вознаграждение, получаемое за ценную информацию.

Особенностью агентурной работы в ее высокой результативности, так как она позволяет оперативно освещать деятельность интересующей группы и своевременно получать информацию о подготавливаемых акциях, организаторах и участниках беспорядков и иные важные сведения. Вместе с тем, необходимо быть крайне осторожным, так как в случае выявления агента, он может быть использован для передачи дезинформирующих сведений.

2. Привлечение «ультрас» к сотрудничеству. В мировой практике используется еще один, довольно нестандартный метод борьбы с футбольной агрессией, который заключается в привлечении к сотрудничеству самих футбольных фанатов. Дело в том, что «ультрас» часто не одобряют деятельность «хулиганс». Это связано с тем, что

массовые беспорядки наносят урон имиджу футбольной команды, а в некоторых случаях даже могут привести к штрафным санкциям в отношении нее. В связи с этим, привлечение «ультрас» к сотрудничеству для обеспечения общественного порядка может быть весьма эффективным. Вступая в диалог с лидерами фанатских групп, сотрудники полиции должны убеждать их в необходимости сотрудничества по противодействию хулиганских действий и обеспечению общественного порядка. Учитывая тот факт, что на сегодняшний день «ультрас» обладают высоким уровнем организованности, и в их состав входят люди, обладающие определенным статусом в обществе, данная работа может дать весьма высокий результат[3].

3. Перенаправления агрессии в иные безопасные формы. Как уже говорилось выше, футбол нередко вызывает повышенную агрессию со стороны своих поклонников. Учитывая, что значительную часть фанатов футбола составляют молодые люди, которые по своей природе более агрессивны, данный факт необходимо тщательно проанализировать. Организаторы и лица ответственные за обеспечение общественного порядка, как правило, идут на поводу стереотипов, не допуская альтернативные варианты решения проблемы. Практика показывает, что силовое давление со стороны полиции, или службы безопасности, не способно решить всех проблем, а в некоторых случаях служит причиной эскалации конфликтов. В связи с этим следует применять иные формы решения проблемы. С этой целью целесообразно привлекать профессиональных психологов-конфликтологов, специалистов по организации массовых мероприятий и др. компетентных лиц.

Так, в частности, в рамках футбольных матчей, или после них, могут организоваться специализированные мероприятия, такие, например, как - силовые соревнования, тематические праздники, встречи с руководителями и игроками футбольной команды, мастер классы и товарищеские матчи игроков с фанатами и т.п. Подобные акции позволяют

отвлечь внимание хулиганствующих фанатов от ставшей для них привычной программы действий, нейтрализовать проявление агрессии и способствовать постепенной нормализации обстановки.

4. Применение сканеров и другого современного рентгенографического оборудования, установка дополнительных камер по территории следования фанатских групп и непосредственно вблизи стадионов.

Таким образом, агрессивно настроенные хулиганы могут явиться серьезной проблемой при проведении Чемпионата мира 2018 года. Для профилактики и предотвращения серьезных инцидентов необходимо

использовать информационные технологии.

Библиографический список

1. Классификация информационных технологий [Электронный ресурс]: URL: <http://www.informatika/1056-klassifikaciya-informacionnyh-tehnologiy/>

2. Агаев Виктор «Радикальные футбольные фанаты ставят себя над обществом [Электронный ресурс]: URL: <http://www.dw-world.de/dw/article/0>

3. Алексеев Алексей «“Ультрас”. Кто они?» [Электронный ресурс]: URL: <http://www.championat.com/football/article-18378.html>

УДК 338.2:504

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Старший преподаватель К.А. Кирьянов
Россия, г. Воронеж, E-mail: konst63224@mail.ru*

*Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko,
Russia, Voronezh, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Military training and scientific center of the air force «Air force
Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»
Senior lecturer K.A. Kiryanov
Russia, Voronezh, E-mail: konst63224@mail.ru*

Е.А. Жидко, К.А. Кирьянов

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ ЭКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Проведен анализ подходов к исследованию сущности информации и информационных активов. Рассмотрены основные угрозы информационным активам предприятий. Предложены модель взаимосвязей информационных активов в защищаемой зоне хозяйствующего субъекта и структурная модель системы информационной защищенности хозяйствующего субъекта в системе управления деятельностью предприятия

Ключевые слова: информационные риски, информационные активы, информационная безопасность

Е.А. Zhidko, К.А. Kiryanov

THE ROLE OF INFORMATION RISK IS ECONOMICALLY IMPORTANT AND ECOLOGICALLY DANGEROUS ENTERPRISES IN THE PERFORMANCE MANAGEMENT SYSTEM OF THE ENTERPRISE

Abstract. The analysis of approaches to the study of the nature of information and information assets. Considered the main threats to the information assets of enterprises. Predlozheny the Association model of information assets within the protected area of the entity and structural model of the system of information security of the entity in the control system of the enterprise

Keywords: information risk, information assets, information security

Объективное возрастание информационных потребностей общества приводит к превращению информации не только в

неотъемлемый ресурс современного производства – она становится ценнейшим активом любого экономически важного и экологически опасного (ЭВ и ЭО) предприятия [1-4].

Под *экономически важными* предприятиями (производствами) целесообразно считать те из них, которые способны обеспечить потребности личности, общества, государства в необходимом и достаточном уровне, качестве и безопасности жизни; их устойчивое антикризисное развитие в новых условиях XXI века. *Экологически опасными* являются те экономически важные предприятия, которые оказывают на окружающую среду антропогенное воздействие, уровень которого превышает нормы экологической безопасности, создаёт угрозы качеству и безопасности жизни человека и природы [4]. К таким объектам относятся, например ТЭЦ, АЭС, аэродромы, в т.ч. и военные и т.п.

В стремительно меняющейся деловой среде одним из важных условий успеха в любом бизнесе сегодня становится способность руководителей предвидеть, оценивать, минимизировать и устранять возможные риски [5-7].

Информационная защищенность является одним из важнейших аспектов общей безопасности ЭВиЭО предприятий. Это обусловлено тем, что в современном деловом мире идет экспоненциальный существенный прирост количества информации, превращение информации в неотъемлемый и ценный актив ЭВиЭО, а возрастающая зависимость деятельности предприятий от информационных систем и технологий приводит к тому, что ЭВиЭО становятся уязвимыми по отношению к угрозам различного рода [1,2].

Под информационной безопасностью (ИБ) Российской Федерации понимается состояние защищенности ее национальных интересов в информационной сфере, определяющихся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества, государства. В интересах обеспечения ИБ России, её хозяйствующих субъектов действуют: государственная информационная политика, доктрина информационной безопасности Рос-

сийской федерации, федеральные законы о защите различных видов тайн, адекватные им указания, приказы, нормы и стандарты, инструкции [8-11].

Под информационными активами ЭВиЭО понимают ценные информационные ресурсы собственника, способные приносить экономическую выгоду, в которых реализованы знания, умения и навыки персонала, полученные им в связи с выполнением служебных обязанностей и реализованные с использованием современных информационных технологий.

Все чаще реализуются такие угрозы ЭВиЭО предприятиям как мошенничество, вредительство, промышленный шпионаж, компьютерные взломы, заражения компьютерных информационных систем вредоносными программами, а так же уничтожение, перехват, искажение смысла истинной информации и подмена. Поэтому информационные активы ЭВиЭО предприятий, подобно любым другим активам, нуждаются в сохранности [11-14]. Основными источниками угроз ценной корпоративной информации являются внутренние угрозы, связанные с нарушением правил защиты информационных активов, исходящие от персонала ЭВиЭО. В практической деятельности специалистами отмечаются колоссальные проблемы, связанные с организационным направлением по достижению рискозащищенности информации ЭВиЭО. Имеющиеся проблемы связывают с отсутствием адекватной политики по обеспечению безопасности информационных активов, несоблюдением установленных правил, недостатком квалифицированных кадров [5-7].

Анализируя место и роль организационного направления в сфере обеспечения безопасности информации, необходимо отметить, что в общем объеме мероприятий по достижению информационной защищенности ЭВиЭО предприятий законодательные меры составляют 5%, физические меры – 15%, технические – 25-30%, организационные меры – 50%. [15]. Учитывая, что оценка информационных рисков представляет собой

одно из главных направлений достижения рискозащищенности ЭВиЭО, на современном этапе развития экономики возникает необходимость в совершенствовании существующих методических подходов к оценке информационных рисков ЭВиЭО.

На рис. 1 представлена модель взаимосвязей между составляющими элементами системы защищенности информационных активов, которая состоит из большого количества взаимодействующих субъектов и объектов.



Рис. 1. Модель взаимосвязей информационных активов в защищаемой зоне ЭВ и ЭО предприятий

В проведенном исследовании [4] показано, что информационные риски входят в первую десятку общей структуры рисков предприятия и вопросам управления ими должно уделяться серьезное внимание. Схематично система защиты активов ЭВиЭО может быть представлена в виде пирамиды, в верхней части которой расположена информационная безопасность, так как информационные риски пронизывают все остальные риски, поскольку они рассматриваются в результате применения компанией информационных технологий, т.е. связаны с созданием, передачей, хранением и использованием информации.

Сама система управления безопасностью информационных активов состоит из нескольких подсистем (см. рис. 2).

Основные направления по применению

защитных мероприятий определяют необходимые затраты на безопасность информационных активов. К менее затратным, однако, имеющим высокий уровень эффективности, относятся организационные меры (внутренний и внешний аудит, анализ рисков, политика информационной безопасности, план бесперебойной работы, положения, процедуры, регламенты и руководства).

Таким образом, можно отметить, что одним из ведущих направлений в организационной защите информационных активов хозяйствующего субъекта, в котором проявляются экономические аспекты деятельности, является информационно-аналитическая деятельность по выявлению внутренних и внешних угроз, оценка и управление информационными рисками.

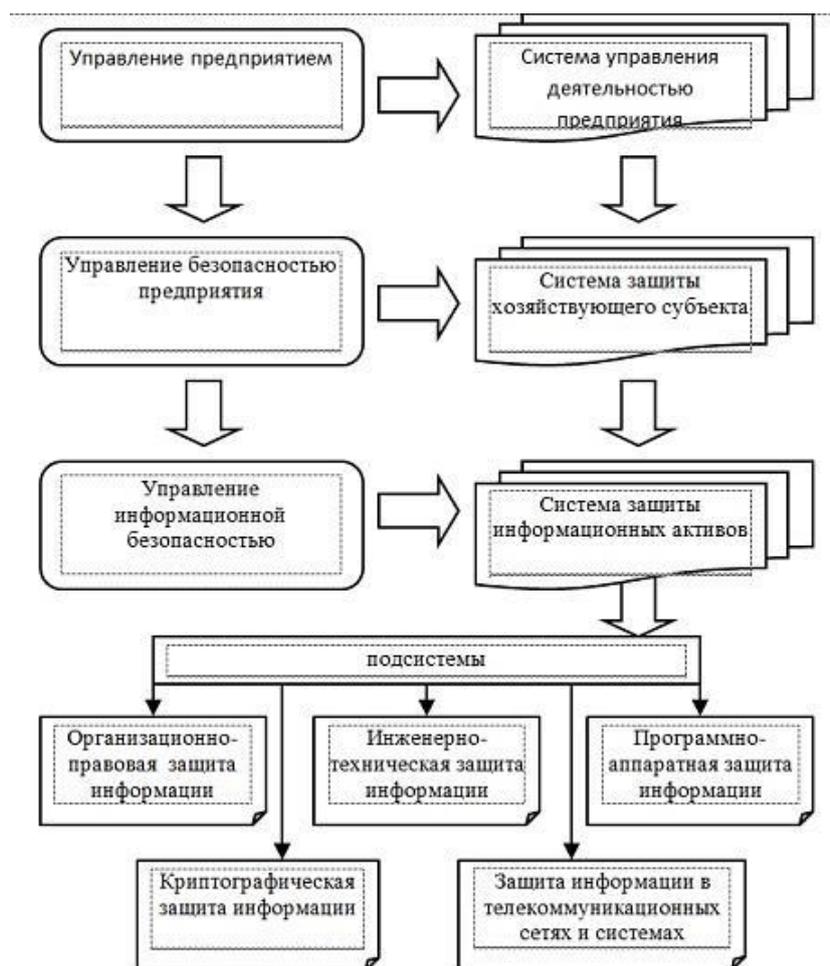


Рис. 2. Структура системы защиты информационных активов в системе управления деятельностью ЭВиЭО предприятия

Библиографический список

1. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления//Информация и безопасность. 2010. Т.13. №2. С. 175-184.
2. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность модернизируемой России: постановка задачи / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 181-190.
3. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
4. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.
5. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.
6. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально - экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.
7. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 201-208.
8. Государственная информационная политика компании.

9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2002 Политика безопасности организации.
10. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации.
11. Международный стандарт ISO / IEC (серия стандартов информационной безопасности).
12. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы сетевых объектов / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 40-42.
13. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2000. - №4. - С. 100-105.
14. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. - № 3(20). - С.51-56.
15. Глухов Н.И., Заорский Г.В. Место и роль информационной безопасности в системе управления и защиты предпринимательской деятельности // Интеграл. – 2007. - №5. – С.40-42.
16. Сазонова, С.А. Управление гидравлическими системами при резервировании и обеспечении требуемого уровня надежности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 43-45.
17. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем по показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.

УДК 004.421.5

*Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент О.В. Курипта
Россия, г. Воронеж, E-mail: okuripta@vgasu.vrn.ru
Студент В.О. Ерусов
Россия, г. Воронеж, E-mail: vosure1@gmail.com*

*Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering O.V. Kuripta
Russia, Voronezh, E-mail: okuripta@vgasu.vrn.ru
Student V.O. Erusov
Russia, Voronezh, E-mail: vosure1@gmail.com*

О.В. Курипта, В.О. Ерусов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

Аннотация. В данной работе представлены результаты вычислительного эксперимента по сравнению генератора случайных чисел, построенного на линейном конгруэнтном методе, XORShift-генератора и запаздывающего генератора Фибоначчи с использованием простого частотного теста и χ^2 -критерия, а также оценок характеристик формы экспериментально полученных распределений

Ключевые слова: генератор случайных чисел, равномерный закон распределения, экспериментальные оценки распределения, программная реализация псевдослучайных последовательностей

O.V. Kuripta, V.O. Erusov

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROGRAM RANDOM NUMBER GENERATORS

Abstract. In this work the results of computer experiment of comparing three random number generators are represented. The first generator was built on linear congruent method, the second one is xor-shift generator and the third one is Fibonacci's generator. The generators were compared by the results of frequency test, χ^2 -test and estimation of distribution, which were built during the experiment.

Keywords: random number generator, normal distribution, experimental estimation of distribution, implementation random sequences

Автоматические генераторы случайных чисел были впервые построены для того, чтобы проводить компьютерную симуля-

цию физических явлений, в частности, моделирование переноса нейтронов в ядерном делении. В настоящее время во многих областях науки и техники распространено ком-

пьютерное моделирование [4,5]. Результаты таких расчетов зависят от «качества» случайности, получаемой с помощью использованных псевдослучайных последовательностей.

Последовательности чисел, генерируемые с помощью компьютера, всегда детерминистичны, поскольку компьютер может находиться только в конечном количестве состояний, это количество огромно, но все-таки конечно. Следовательно, любой датчик случайных чисел по определению периодичен. Все периодическое – предсказуемо, т.е. уже не случайно. Поэтому компьютерные программы генерируют псевдослучайные последовательности с периодом, достаточным, чтобы в достаточно больших пределах

повторения не возникали. Относительно короткие непериодические подпоследовательности должны соответствовать различным критериям случайности.

Генератор последовательности псевдослучаен, если он выглядит случайным, т.е. проходит все статистические тесты случайности, а так же не может быть достоверно воспроизведен, т.е. дважды запуская генератор с абсолютно одинаковыми исходными данными, получаются случайные различные последовательности. Поэтому, существует огромное число тестов для проверки последовательностей порожденных аппаратным или программным генератором, обзор которых представлен в табл. 1 [1,5,8].

Таблица 1

Тесты проверки случайных последовательностей

Статистические тесты NIST	
В его состав входят 15 статистических тестов, которые определяют меры случайности двоичных последовательностей, порождённых либо аппаратными, либо программными генераторами случайных чисел. Эти тесты основаны на различных статистических свойствах, присущих только случайным последовательностям.	
частотный тест	В этом тесте исследуется доля 0 и 1 в последовательности и насколько она близка к идеальному варианту – равновероятной последовательности. Для теста надо иметь не менее 100 бит данных.
тест на максимальный размер серии единиц	Исследуется длина наибольшей непрерывной последовательности единиц и сравнивается с длиной такой цепочки для случайной последовательности.
тест на серийность	В тесте находятся все серии битов – непрерывные последовательности одинаковых битов – и их распределение сравнивается с ожидаемым распределением таких серий для случайной последовательности. Длина последовательности 100 и более бит.
Матрично-ранговый тест	Цель теста – проверка линейной зависимости между подстроками фиксированного размера – матрицами 32x32 бита. Длина последовательности – не менее 38 912 бит, или 38 матриц.
Тесты diehard	
Набор статистических тестов для измерения качества набора случайных чисел. Рассматриваются как один из наиболее строгих существующих наборов тестов.	
пересекающиеся перестановки	Анализируются последовательности пяти последовательных случайных чисел. 120 возможных перестановок должны получаться со статистически эквивалентной вероятностью.
дни рождения	Выбираются случайные точки на большом интервале. Расстояния между точками должны быть асимптотически распределены по Пуассону.
тест на парковку	Случайно размещаются единичные окружности в квадрате 100×100. Если окружность пересекает уже существующую, попытаться ещё. После 12 000 попыток, количество успешно «припаркованных» окружностей должно быть нормально распределено.
тест сжатия	2^{31} умножается на случайные вещественные числа в диапазоне от 0 до 1, до тех пор, пока не получится 1. Повторяется 100 000 раз. Количество вещественных чисел необходимых для достижения 1 должно быть распределено определённым образом.

Из проведенного анализа следует, что получение случайных чисел сложная техническая задача, использующая инженерные решения (для аппаратных генераторов), но и сложный аппарат теории статистики и численных методов.

В отличие от природных явлений первоначально программно генерируется последовательность равномерно распределенных чисел, преобразуемая потом в любую другую форму. Исторически сложилось, что генераторы случайных чисел стандартных библиотек различных языков программирования построены на равномерном законе распределения.

Равномерное распределение – это распределение случайной вещественной величины, принимающей значения, принадлежащие заданному интервалу, характеризующееся тем, что плотность вероятности на этом интервале постоянна. То есть, при делении интервала на равные промежутки, вероятность попадания в него каждого сгенерированного числа – равновероятна [1,5,8].

Если генератор выдает числа, смещенные в какую-то часть интервала, то есть одни числа выпадают чаще других, то результат решения задачи может оказаться неверным. Поэтому проблема применения хорошего генератора действительно случайных и дей-

ствительно равномерно распределенных чисел актуальна.

Целью данной работы являлось исследование программных генераторов случайных чисел (ГСЧ) с использованием критериев согласия с равномерным законом распределения.

Основное требование к ГСЧ – последовательность чисел, порождаемая генератором, должна быть равномерно распределена по выбранному диапазону, так, чтобы каждое сгенерированное число имело равные шансы попадания в заданный диапазон. Для проверки этого требования использован частотный тест, выполняющий сравнение фактически попавших в заданный интервал значений с ожидаемым (теоретическим).

Гипотеза согласие генерируемых чисел с равномерным законом распределения проверялась с помощью χ^2 -квadrat критерия. Реальный ГСЧ будет выдавать числа, распределенные по k интервалам и в каждый интервал попадет по n_i чисел. Для того, чтобы определить, насколько испытываемый генератор случайных чисел хорош и близок к эталонному, вполне логично рассмотреть квадраты разностей между полученным количеством чисел n_i и эталонным $p_i * N$.

Сложив их, в результате получается:

$$\chi^2 = (n_1 + p_1 * N)^2 + (n_2 + p_2 * N)^2 + \dots + (n_k + p_k * N)^2 \quad (1)$$

Из (1) следует, что чем меньше разность в каждом из слагаемых (а значит, и чем меньше значение χ^2), тем сильнее закон распределения случайных чисел, генерируемых реальным ГСЧ, тяготеет к равномерному. Таким образом, можно рассчитать значение χ^2 -критерия для экспериментальных данных, которое и используется в дальнейшем.

Для численной оценки соответствия формы распределения задействовано четыре первых момента распределения в виде соответствующих статистических характеристик выборки: [2]

1. Математическое ожидание или

среднее значение случайной величины.

2. Среднеквадратичное отклонение (СКО)– мера разброса значений случайной величины относительно её математического ожидания.

3. Коэффициент асимметрии – величина, характеризующая симметричность хвостов распределения случайной величины;

4. Коэффициент эксцесса (коэффициент островершинности) – величина, характеризующая остроту пика распределения случайной величины.

Для проведения исследования были выбраны три генератора, каждый из которых в свою очередь основан на трех различных

методах получения случайных последовательностей.

Линейный конгруэнтный метод является одной из простейших и наиболее употребительных в настоящее время процедур, имитирующих случайные числа. В этом методе используется операция возвращающая остаток от деления первого аргумента на второй. Каждое последующее случайное число рассчитывается на основе предыдущего случайного числа по следующей формуле:

$$r_{i+1} = \text{mod}(k * r_i + b, M) \quad (2)$$

где: M - модуль ($M > 0$); k - множитель ($0 \leq k < M$); b - приращение ($0 \leq b < M$); r_0 — начальное значение ($0 \leq r_0 < M$).

Последовательность случайных чисел, полученных с помощью (2), называется линейной конгруэнтной последовательностью. Многие авторы [1,3,5] называют линейную конгруэнтную последовательность

$$\begin{aligned} tmp &= (x \wedge (x \ll 15)); x = y; y = z; z = w; \\ \text{return } w &= (w \wedge (w \gg 21)) \wedge (tmp \wedge (tmp \gg 4)). \end{aligned} \quad (3)$$

Использование битовых операций обеспечивает быстроту вычислений, но подобные методы требуют тщательного подбора параметров, чтобы достичь длительного периода.

Запаздывающие генераторы Фибоначчи – это генераторы псевдослучайных чисел, также называемые аддитивными генераторами [7]. В отличие от генераторов, использующих линейный конгруэнтный алгоритм, генераторы Фибоначчи можно использовать в статистических алгоритмах, требующих высокого разрешения.

Один из широко распространённых фибоначиевых генераторов основан на следующей формуле:

$$X_k = \begin{cases} X_{k-a} - X_{k-b}, & \text{if } X_{k-a} \geq X_{k-b} \\ X_{k-a} - X_{k-b} + 1, & \text{if } X_{k-a} < X_{k-b} \end{cases} \quad (4)$$

где X_k – вещественные числа из диапазона $[0,1)$, a и b – целые положительные числа, называемые лагами. При реализации через целые числа достаточно формулы:

при $b=0$ мультипликативным конгруэнтным методом, а при $b \neq 0$ — смешанным конгруэнтным методом.

Этот метод заложен в стандартную функцию генерации случайного числа в большинстве языков программирования, в том числе и для языка C, который был использован для генерации случайной последовательности (Си-генератор).

Генераторы случайных чисел XORShift [6] представляют собой подмножество регистров сдвига с линейной обратной связью, которые обеспечивают особенно эффективную реализацию без использования чрезмерно разреженных многочленов. Генераторы подобного класса генерируют следующее число в своей последовательности, повторно беря логически исключенное или побитно сдвинутую версию самого себя. Вариант генерации 32-битового целого выглядит так:

$$X_k = X_{k-a} - X_{k-b} \quad (5)$$

Для работы генератору Фибоначчи требуется $\max\{a, b\}$ предыдущих сгенерированных случайных чисел, поэтому для первого запуска они генерируются простым конгруэнтным методом.

Для проведения вычислительного эксперимента было построено три генератора случайных чисел для каждого описанного выше метода – Си-генератор, использующих стандартную функцию `rand()` языка Си, XORShift-генератор с простым подбором и Генератор Фибоначчи по алгоритму, описанному (4) и (5). В соответствии с выше изложенным программно были реализованы шесть функций, реализующих частотный тест, проверку по χ^2 - критерию и четыре оценки формы распределения (среднее, стандартное отклонение, коэффициент асимметрии и эксцесса). Оценка расхождения экспериментально полученных и ожидаемых результатов осуществлялась аналогично [3].

По результатам вычислительного эксперимента был проведен сравнительный анализ результатов частотного теста для трех интервалов (в пределах интерквантильного

размаха (табл. 2), ниже медианы (табл. 3) и выше медианы (табл. 4)) для каждого генератора с ожидаемым теоретическим значением и оценено расхождение в %.

Таблица 2
Результаты частотного теста в диапазоне (0.2113;0.7887)

N	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	(0.2113; 0.7887)	% отклонения	(0.2113; 0.7887)	% отклонения	(0.2113; 0.7887)	% отклонения
10	60%	3%	60%	3%	50%	7%
20	60%	3%	65%	8%	45%	12%
30	56.6%	0.33%	46.6%	10.3%	60%	3%
40	57.5%	0.5%	55%	2%	50%	7%
50	64%	7%	64%	7%	49%	8%

Таблица 3
Результаты частотного теста в диапазоне (0;0.5)

N	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	(0;0.5)	% отклонения	(0;0.5)	% отклонения	(0;0.5)	% отклонения
10	51%	1%	55%	5%	40%	10%
20	55%	5%	50%	0%	60%	10%
30	43.3%	6.7%	48%	2%	43.3%	6.7%
40	40%	10%	44%	6%	62.5%	12.5%
50	43.3%	6.7%	52.5%	2.5%	70%	20%

Таблица 4
Результаты частотного теста в диапазоне (0.5;1)

N	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	(0.5;1)	% отклонения	(0.5;1)	% отклонения	(0.5;1)	% отклонения
10	49%	1%	45%	5%	60%	10%
20	45%	5%	50%	0%	40%	10%
30	56.7%	6.7%	52%	2%	56.6%	6.7%
40	60%	10%	56%	6%	37.5%	12.5%
50	56.6%	6.7%	47.5%	2.5%	30%	20%

Таблица 5
Результаты теста по χ^2 -критерию при пропорциональной выборке

N	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	χ^2	отклонение	χ^2	отклонение	χ^2	отклонение
10	10.92	1.62	11.16	1.82	9.92	0.62
20	20.28	0.94	22.7	2.1	19.2	0.14
30	31.85	2.51	30.89	1.5	28.8	0.51
40	40.76	1.32	41.19	1.85	39.2	0.32
50	50.91	1.58	51.43	2.1	49.55	0.22

Сравнение генераторов по χ^2 - критерию был построен аналогичным образом. Чтобы выявить наилучший результат, было проведено сравнение полученного результата с ожидаемым, теоретическим (табл. 5). Так как, значение критерия χ^2 вычисляется как квадраты разностей между полученным количеством чисел и «эталонным», в идеальном случае отклонение будет стремиться к нулю, независимо от количества чисел в последовательности.

Анализ характеристик формы производился аналогично на основе расчета отклонений среднего (табл. 6), стандартного отклонения (табл. 7), коэффициентов асимметрии и эксцесса (табл. 8-9) от теоретических значений, получены:

- $M(X) \approx 0.5$;
- $\sigma^2 \approx 0.2887$;
- $\gamma_1 \approx 0$;
- $\gamma_2 \approx 0$.

Таблица 6
Среднее арифметическое математического ожидания генераторов при пропорциональной и непропорциональной выборке

Выборка	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	Мат. ож.	Откл.,%	Мат. ож.	Откл.,%	Мат. ож.	Откл.,%
Пропорциональная	0,45	11.11%	0,51	1.96%	0,47	6.38%
Непропорциональная	0,522	4.21%	0,49	2.04%	0,502	0.40%

Таблица 7
Среднеквадратичного отклонения генераторов при пропорциональной и непропорциональной выборке

Выборка	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	СКО	Откл.,%	СКО	Откл., %	СКО	Откл., %
Пропорциональная	0.31	12.90%	0.28	Непропорциональная	0.31	12.90%
Непропорциональная	0.26	3.85%	0.27	Непропорциональная	0.26	3.85%

Таблица 8
Значения коэффициента асимметрии генераторов при пропорциональной и непропорциональной выборке

Выборка	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	Асимметрия	Откл., %	Асимметрия	Откл., %	Асимметрия	Откл., %
Пропорциональная	0.008	0.008	-0.0078	0.0078	0.0042	0.0042
Непропорциональная	0.003	0,003	0.0022	0.0022	-0,00012	0.00012

Таблица 9
Значения коэффициента эксцесса генераторов при пропорциональной и непропорциональной выборке

Выборка	Си генератор		XORShift		Генератор Фибоначчи	
	Эксцесс	Откл., %	Эксцесс	Откл., %	Эксцесс	Откл., %
Пропорциональная	-0.9	0.3	0.88	2.08	-0,64	0,56
Непропорциональная	0.46	1.66	-0.33	0.87	0,25	1.45

Результаты, полученные экспериментальным путем, практически полностью сходятся с теоретическими значениями математического ожидания и среднеквадратичного отклонения. Из этого можно сделать вывод о том, что разработанные генераторы случайных чисел, могут быть использованы на практике, так как каждый из них проходит проверку по двум выше перечисленным критериям, а так же, значения параметров отве-

чающих за равномерность стремятся к значениям эталонного генератора случайных чисел.

Для наглядности было построено распределение для диапазона от 0 до 1 при последовательности в 10000 случайных чисел, для каждого из разработанных генераторов (рис.1, рис.2, рис.3).

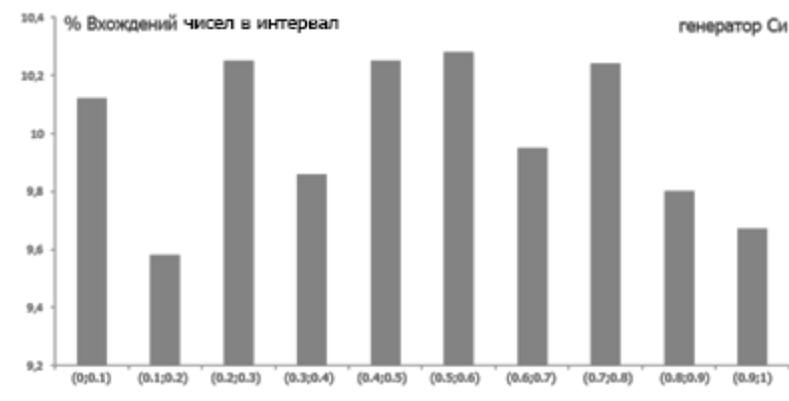


Рис. 1. Диаграмма распределения генератора языка Си

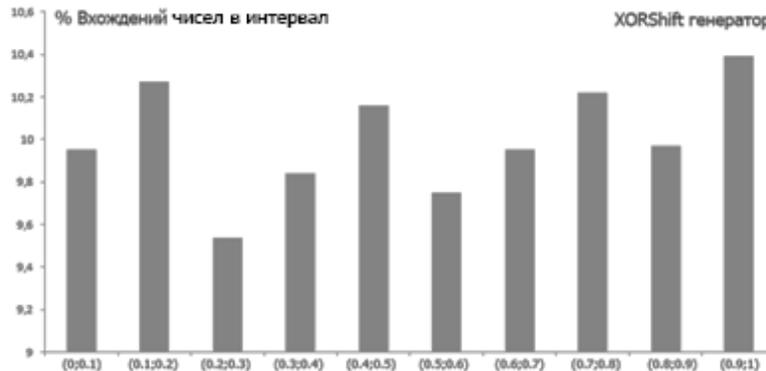


Рис. 2. Диаграмма распределения XORShift генератора

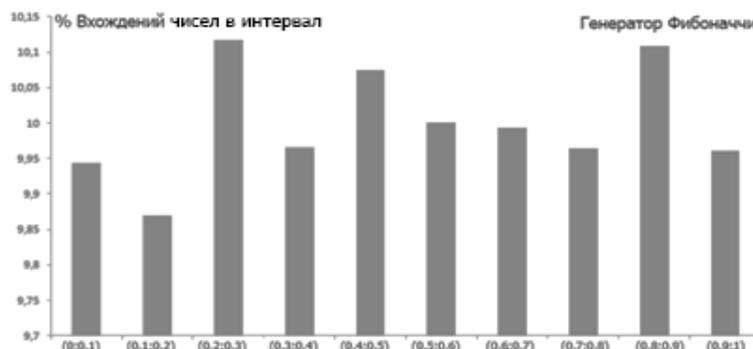


Рис. 3. Диаграмма распределения генератора на основе метода Фибоначчи

Проанализировав результаты тестов каждого из генераторов, можно сделать вывод о том, что каждый генератор имеет как положительные, так и отрицательные стороны и соответственно должен быть использован в зависимости от поставленной задачи.

Генератор языка Си имеет средние показатели по каждому из проведенных тестов. Он прост в реализации и может быть использован в прикладных и не затратных задачах, не очень требовательных к качеству случайных чисел.

XORShift генератор проходит оба теста с результатом выше среднего. При проверке на частоту попаданий в интервал, удавалось добиться практически эталонных значений, но конечно при намного большей выборке такие результаты недостижимы. Тем не менее, алгоритм генерации достаточно просто в реализации и может быть использован как на одном уровне с генератором языка Си, так и в более требовательных к случайности задачах. Дело в том, что XORShift генератор использует в качестве источника энтропии так называемые «magic numbers», на основе которых и происходит генерация. Подобрать нужные числа, можно получать практически любые псевдо - случайные последовательности, но подбор таких чисел, очень трудоемкая и кропотливая задача.

Генератор на основе метода Фибоначчи с запаздываниями, имеет хорошие показатели при тесте по критерию χ^2 , и оптимальные при частотном тесте. В отличие от предыдущих генераторов, фибоначчиевский алгоритм при большом размере выборки позволяет получать практически идеально равномерно распределенную последовательность случайных чисел, но при этом имеет не такую простую реализацию, как предыдущие генераторы. Также из-за сложности алгоритма требуется больше времени и памяти для генерации чисел. Так или иначе, генератор случайных чисел на основе метода Фибонач-

чи следует использовать там, где есть критичность к случайным величинам, так как последовательность чисел, сгенерированная этим алгоритмом, вполне можно считать случайной.

Библиографический список

1. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы Учеб. пособ. / Кнут Дональд Эрвин. – Третье издание. Перевод с английского. Под общей редакцией Ю.В. Козаченко – М: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 839с.

2. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. - М.: Мир, 1975 г. – 648с.

3. Львович, И.Я. Сравнение способов представления справочных показателей длины и массы тела детей/ И.Я. Львович, О.В. Минакова, В.П. Ситникова, Л.И. Стахурлова// Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. М., 2007. Т. 6. № 3. – С.737-741.

4. Минакова, О.В., Квантильно - регрессионные модели в решении задач социально-экономического мониторинга [Текст]: монография / О.В. Минакова, И.Я. Львович И. Я. – Воронеж, Научная книга, 2011. – 151 с.

5. Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB / С.В. Поршнева. – Изд-во Горячая Линия - Телеком, 2003. – 592 с.

6. Marsaglia, George, 2003, Xorshift RNGs, Journal Statistical Software, 8, Issue 14

7. Ross Anderson On Fibonacci Key-stream Generators. — Computer Laboratory, Pembroke Street, Cambridge CB2 3QG

8. stratum.ac.ru [Электронный ресурс]. – Электронные данные – Режим доступа: <http://stratum.ac.ru/education/textbooks/modelir/lecture22.html>

УДК 338.2

Воронежский государственный технический университет
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, E-mail: lenag66@mail.ru

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
подполковник А.Б. Недоносков
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko,
Russia, Voronezh, E-mail: lenag66@mail.ru

Military training and scientific center of the air force «Air force
Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»
colonel A.B. Nedonoskov
Russia, Voronezh

Е.А. Жидко, А.Б. Недоносков

ОПТИМИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Предлагается путь решения проблемы оптимизации устойчивости развития экономически важных и экологически опасных предприятий как аргумента информационной безопасности России. Путь базируется на основных положениях парадигмы такой оптимизации

Ключевые слова: информационная безопасность, безопасное и устойчивое развитие, моделирование

E.A. Zhidko, A.B. Nedonoskov

OPTIMIZATION OF THE STABILITY OF THE DEVELOPMENT OF ECONOMICALLY IMPORTANT AND ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS ENTERPRISES

Abstract. A way of solving the problem of optimizing the sustainability of the development of economically important and environmentally hazardous enterprises as an argument for Russia's information security is proposed. The way is based on the basic provisions of the paradigm of such optimization.

Keywords: information security, safe and sustainable development, modeling

Согласно [1-4], глобальной целью управления жизнедеятельностью мирового сообщества является обеспечение его безопасного и устойчивого развития (БУР) в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке. Путь достижения цели базируется на интеграции отдельных стран в мирохозяйственные связи и координации их намерений и действий в интересах достижения названной цели. В результате под организацией следует понимать экономически важные и экологически опасные предприятия (ЭВиЭО), их жизнедеятельность охватывает сферы, приведенные в логической схеме рис.1 [5-8].

Под экономически важными предприятиями (производствами) целесообразно считать те из них, которые способны обеспечить потребности личности, общества, государства в необходимом и достаточном уровне, качестве и безопасности жизни; их устойчивое антикризисное развитие в новых

условиях XXI века. Экологически опасными являются те экономически важные предприятия, которые оказывают на окружающую среду антропогенное воздействие, уровень которого превышает нормы экологической безопасности, создаёт угрозы качеству и безопасности жизни человека и природы. К таким объектам относятся, например ТЭЦ, АЭС, аэродромы, в т.ч. и военные и т.п. [5].

Она осуществляется на фоне противостояния организаций на геополитической и политической арене, конкурентной борьбы в социально-эколого-экономической и технологической сферах в условиях информационной войны между ними [9]. В такой обстановке объектом исследования является состояние устойчивости развития ЭВиЭО предприятий с учётом влияния внешнего и внутреннего фон.

В интересах достижения цели управления БУР ЭВиЭО предприятий необходимо:

- уменьшить неопределённость ситуации в результате внедрения высоких информационных технологий прогнозирования

возможных исходов конфликта между организациями и их конкурентами в рассматриваемых сферах и условиях их деятельности;

- создать необходимый и достаточный ресурс для эффективного решения задач анализа ситуации и синтеза адекватной ре-

акции на неё;

- обеспечить информационную и интеллектуальную поддержку адекватной реакции на ситуацию в интересах предупреждения угроз нарушения социальной стабильности [9-11].



Рис. 1. Структура прямых и обратных информационных связей между сферами и условиями деятельности экономически важных и экологически опасных предприятий

Другими словами, необходимо обеспечить скоординированность намерений и действий конфликтующих сторон, которые пытаются договориться о коллективной безопасности и взаимовыгодном сотрудничестве в интересах достижения их общей цели – БУР в меняющихся условиях XXI века.

Согласно выше изложенному, концепция разрешения проблемы обеспечения БУР ЭВиЭО предприятий разрабатывается исходя из требований международных, наднациональных и национальных нормативно-правовых документов (рис.1). Задача должна решаться в условиях неопределённости ситуации, ограниченного ресурса, конфликтов между организациями и их конкурентами с

учётом влияния на них внешнего и внутреннего фона их развития. Путь достижения главной цели: моделирование развития конфликта, информатизация о степени опасности угроз нарушения БУР ЭВиЭО предприятий и приемлемости их последствий, адекватная реакция на ситуацию на основе глобальной оптимизации способов и средств достижения цели (то есть БУР).

На современном этапе алгоритмы разрешения сложных проблем БУР ЭВиЭО предприятий базируются на разработке универсальных программ анализа ситуации и синтеза адекватной реакции на неё. Это значит, что необходимо сформировать единый алгоритм исследования БУР ЭВиЭО пред-

приятый в отсутствие и в условиях угроз его нарушения, в отсутствие и в условиях противодействия им. Эффективность алгоритма обеспечивается [5,12-17]:

- внедрением ER концепции и логико-вероятно-информационного подхода к исследованиям возможного исхода рассматриваемых конфликтов;

- ветвлением главной цели управления намерениями и действиями ЭВиЭО предприятий (БУР) на частные в рассматриваемых сферах и условиях её деятельности;

- введением единой шкалы оценки интегрального состояния БУР ЭВиЭО предприятий, как функции их частных состояний.

Единый алгоритм исследования БУР ЭВиЭО предприятий (рис.2) разрабатывается на основе:

- моделирования возможных исходов конфликта;

- информатизации постановки и решения задач анализа ситуации и синтеза адекватной реакции на неё на основе внедрения высоких технологий прогнозирования [5, 18-

21];

- оптимизации скоординированности геополитик и политик участников конфликта, стратегий, способов и средств достижения частных целей ЭВиЭО предприятий по ситуации и результатам в рассматриваемых сферах и условиях их деятельности;

- управления циклами информационной и интеллектуальной поддержки (ЦИИП) БУР ЭВиЭО предприятий в меняющихся условиях XXI века и управления БУР ЭВиЭО предприятий на основе адекватной реакции на угрозы их нарушения.

Реализация предложенного единого алгоритма на основе внедрения разработанной единой шкалы требует своего вполне определенного научно-методического и программного обеспечения. Которое базируется на комплексировании синтаксического, семантического и математического моделирования возможных исходов конфликта между ЭВиЭО предприятиями и их конкурентами теоретическими, эвентологическими и эмпирическими методами.

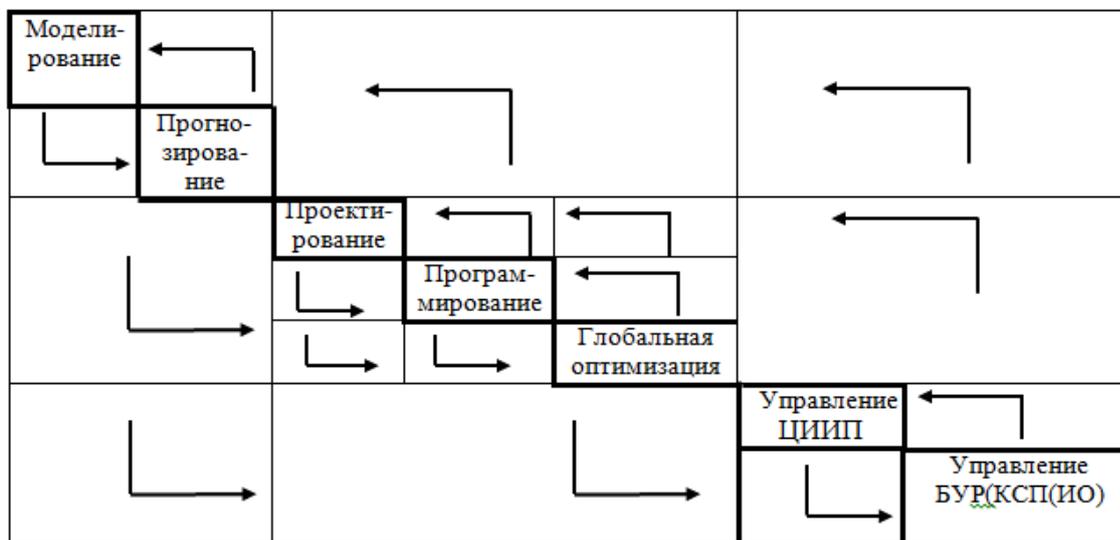


Рис. 2. Единый алгоритм исследования БУР ЭВиЭО предприятий, где КСП-конкурентоспособность ЭВиЭО предприятий: ИО-их информационное обеспечение.

Выводы

1. Комплексирование синтаксического, семантического и математического моделирования возможных исходов конфликта между ЭВиЭО предприятиями и их конкурентами в рассматриваемом контексте, аспектах и

условиях предназначено для разработки и ведения классификатора географических информационных систем (ГИС).

2. Комплексирование теоретических, эвентологических и эмпирических методов моделирования возможности разрешения

названных выше конфликтов предназначено для повышения достоверности и полезности решений о степени опасности угроз нарушения БУР ЭВиЭО предприятиями в меняющихся условиях, приемлемости их последствий в отсутствие и в условиях противодействия им.

Библиографический список

1. Концепция безопасности и устойчивости развития планеты Земля (принята ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году).
2. Повестка дня ООН на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года. <http://www.un.org/Russian/conferen/wssd/agenda21>.
3. Государственная информационная политика компании.
4. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации.
5. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2016. - 123 с.
6. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность модернизируемой России: постановка задачи / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 181-190.
7. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления//Информация и безопасность. 2010. Т.13. №2. С. 175-184.
8. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
9. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических систем // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 10 (93). С. 12-19.
10. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.
11. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 2. С. 201-208.
12. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы сетевых объектов / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 40-42.
13. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем по показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.
14. Жидко Е.А. Логико - лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI веке/Вестник Воронежского института Высочих технологий. 2016. №1(16).С.91-93.
15. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности // Вестник Воронежского института МВД России. - 2015. - № 1. - С. 62-69.
16. Жидко Е.А., Кирьянов В.К. Формирование системы координат и измерительных шкал для оценки состояний безопасного и устойчивого развития хозяйствующих субъектов/Е.А. Жидко, В.К. Кирьянов// Инженерные системы и сооружения. 2014. № 1 (14). С. 60-68.
17. Сазонова, С.А. Обобщенная модель для обеспечения безопасности при управлении системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2016. -№ 3(20). -С.51-56.
18. Сазонова, С.А. Управление гидравлическими системами при резервировании и обеспечении требуемого уровня надежности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 43-45.
19. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2000. - №4. - С. 100-105.
20. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 368 с.
21. Черемных С.В и др. Структурный анализ IDEF-технологии /с.в.Черемных, И.О.Семёнов, В.Г.Ручкин. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 208 с.: - (Прикладные информационные технологии).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ

1. Журнал публикует оригинальные статьи (объемом 3-5 страниц) по проблемам научных исследований и научно-технических разработок в области создания и применения современных информационных технологий и высокоэффективных систем управления в строительных, социальных, экономических и др. областях.

2. Рукописи статей рецензируются. Тематика предоставляемых статей должна соответствовать секции журнала (предполагаемая секция указывается авторами).

3. Статья предоставляется в виде одного файла формата MS Word-2007 или MS Word-2010, (.docx). Файл со статьей должен быть помещен в архив (архиваторы WinZip, WinRar с максимальной степенью архивации).

4. Статья должна содержать: индекс УДК; название, ключевые слова, инициалы и фамилии авторов; название организации, в которой выполнена работа, аннотацию (до 5 строк) – **все** на русском и английском языках; текст статьи; список литературы.

5. Количество соавторов в статье не должно превышать трех человек.

6. В отдельном файле должны содержаться сведения (на русском и английском языках) об авторах и организации, в которой выполнена работа: фамилия, имя, отчество; ученая степень, ученое звание, почетные степени и звания, должность; место работы; почтовый адрес с указанием индекса; телефон с указанием кода города; электронный адрес; полное и сокращенное название организации, в которой выполнена работа.

7. При наборе текста должны использоваться только стандартные шрифты размера 12 пт - Times New Roman и Symbol. Одинарный интервал и отступом красной строки 1 см. Размер бумаги А4 (210*297 мм), портретная ориентация. Поле: верхнее поле – 2 см, нижнее – 3 см, левое – 2,0 см, правое поле – 2,0 см.

8. Рисунки должны быть только черно-белыми, без полутонов, толщина линий не менее 0.5 пт. Буквенные и цифровые обозначения на рисунках, вставленных в статью, по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи.

9. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями, включающими в себя номер, название иллюстрации и при необходимости - условные обозначения.

10. Формулы должны выполняться только во встроенном "Редакторе формул". Формулы необходимо набирать прямым шрифтом (основной размер символа 12 pt) и нумеровать справа в круглых скобках. **Размер формул не должен превышать 7,5 см.**

11. Литературные ссылки по тексту статьи необходимо указывать в квадратных скобках, нумерация литературы должна быть произведена в порядке упоминания.

12. Не допускается «Альбомный» разворот страницы в статье.

13. **Рукописи, в которых не соблюдены данные требования, не рассматриваются.** Рукописи не возвращаются. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы рекламного характера.

14. Материалы предоставляются на E-Mail: itcses@yandex.ru