

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Выпуск №4 (14)

Декабрь, 2018

- **СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И
ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ**
- **ИНФОРМАЦИОННО - ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ,
УПРАВЛЯЮЩИЕ И СЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ**
- **ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

ВОРОНЕЖ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

Территория распространения - Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

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.(ВГТУ)

Алгазинов Э.К., д-р техн. наук, проф.(ВГУ)

Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф.(ВГТУ)

Голиков В.К., канд. техн. наук, доц.(РАП)

Головинский П.А., д-р физ.-мат. наук, проф.(ВГТУ)

Зольников В.К., д-р техн. наук, проф.(ВГЛТУ)

Князева Т.Н., д-р техн. наук, проф.(ВГМУ)

Курипта О.В., канд. техн. наук, доц.(ВГТУ)

Лавлинский В.В., д-р техн. наук, доц.(ВГЛТУ)

Ряжских В.И., д-р техн. наук, проф.(ВГТУ)

Хаустов И.А., д-р техн. наук, проф.(ВВА)

Хвостов А.А., д-р техн. наук, проф.(ВВА)

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.

© ВГТУ, 2018

Дата выхода в свет 29.12.2018. Формат 60x84/8. Бумага писчая. Усл.-печ.л. 11,5. Уч.-изд.л. 8,6.

Тираж: 500 экз. Заказ № 326. Цена свободная.

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

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

Уважаемые коллеги !

Научно - технический журнал, очередной номер которого Вы держите в руках, призван стать эффективным центром научной интеграции, в котором будут публиковаться ученые из всех регионов мира, а также представители науки, чьи исследования соответствуют целям и задачам журнала.

Основным языком журнала является язык мирового научного сообщества. Это позволит, на наш взгляд, молодым ученым быстро и эффективно интегрироваться в научное пространство всей страны и мира в целом, объединить свои усилия с учеными, проживающими за пределами России.

Благодарю всех членов редакционной коллегии журнала, его сотрудников за проделанную работу, а всем будущим авторам журнала желаю новых научных и творческих успехов!

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



Д.К. Проскурин



СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Глуценко С.В. О поведении условной функции вероятности для конфликтующих параметров	6	Gluschenko S.V. On behavior of conditional function of probability for conflicting parameters	6
Кононов А.Д., Кононов А.А. К вопросу построения статистической модели радиоканала, использующего двумерные сигналы для дистанционного управления мобильными объектами	9	Kononov A.D., Kononov A.A. To the problem of building a statistical model of radio channel operating bivariate signals for remote controlling mobile objects	9
Куцев А.Б. О существовании периодических решений одного класса дифференциальных уравнений 5-го порядка в случае отсутствия первой и третьей производных в линейной части	13	Kushchev A.B. Existence periodic solution one class differential equation five order with essential nonlinearity without first and third derivative in linear part	13
Сазонова С.А. Разработка алгоритма диагностики утечек с неизвестной амплитудой при учете помех от стохастичности потребления в системе газоснабжения	16	Sazonova S.A. Development of diagnostics of leak diagnostics with unknown amplitude in the account of interference from stochasticity of consumption in the system of gas supply	16
Соколова О.А. Математическая модель СВЧ-канала связи при наличии плазменных неоднородностей	23	Sokolova O.A. Mathematical model of microwave communication channel in the presence of plasma inhomogeneities	23
Сысоева А.А., Сысоев Д.В. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования	26	Sysoeva A.A., Sysoev D.V. The mixing matrix game to a linear programming problem	26
Доровской В.А., Ерофеев П.А., Дегтярев А.В., Абдурахманов Р.Ф. Когнитивная модель процесса нечеткости в оперативной диагностике морского оборудования судна	31	Dorovskoy V.A., Yerofeev P.A., Degtyarev A.V., Abdurahmanov R.F. Cognitive model of fuzzy process in operational diagnosis of maritime equipment ship	31
Добрин М.В. Множественная регрессионная модель зависимости заработной платы руководителя компании от указанных факторов	39	Dobrina M.V. The multiple regression model of the company executive wage from specified factors dependence	39

ИНФОРМАЦИОННО – ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ, УПРАВЛЯЮЩИЕ И СЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Добрин М.В., Давнис В.В. Алгоритм расчета VaR в технологии RiskMetrics	44	Dobrina M.V., Davnis V.V. VaR calculation algorithm in RiskMetrics technology	44
Епрынцева Н.А., Соколова А.В., Руднева А.А. Искусственный интеллект в сфере недвижимости ..	47	Eprintsev N.A., Sokolov A.V., Rudnev A.A. Artificial intelligence in real estate	47

Петигина Е.Б., Сидельников С.А. Проектирование информационной системы учета сервисных заявок в салоне сотовой связи	50	Petigina E.B., Sidelnikov S.A. Design of information system of accounting of service application for the cellular shop	50
Сазонова С.А., Осипов А.А., Заложных Н.В. Разработка программного обеспечения для диагностики утечек в функционирующих системах газоснабжения	55	Sazonova S.A., Osipov A.A., Zalozhnyh N.V. Development of the software for diagnostics of leaks in the functioning systems of gas supply ...	55
Обущенко Е.Ю., Азарнова Т.В. Программное обеспечение синтеза тестовых способов воздействия для системы защиты сетей связи от компьютерных атак	64	Obuschenko E.Yu., Azarnova T.V. Software for the synthesis of test methods of exposure to the system of protection of communication networks from computer attacks	64

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Зулкorneева П.Р., Тазиева Р.Ф., Шакиров А.А. Программное обеспечение для расчета рисков инвестиционного проекта	68	Zulkorneeva P.R., Tazieva R.F., Shakirov A.A. The software for investment project risk calculation	68
Гурович О.В. Графические средства мониторинга физического развития	71	Gurovich O.V. Visual modeling reference indicators physical development	71
Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Метелкин Я.В. Подход к оптимизации серверных ресурсов с использованием прогнозирования нагрузки	75	Makoviy K.A., Hitskova Yu.V., Metelkin Ya.V. Approach to optimizing server resources using load forecasting	75
Ошивалов А.В. Разработка системы для проведения социально-психологического тестирования в образовательных организациях Воронежской области	81	Oshivalov A.V. Development of a system for carrying out socio-psychological tests in educational institutions of the Voronezh region .	81
Кретинина А.Д. Реклама и PR в современном обществе	85	Kretinina A.D. Advertising and PR in modern society	85
Жидко Е.А., Недоносков А.Б. Методология и методы диагностики состояний хозяйствующих субъектов: состояние вопроса	87	Zhidko E.A., Nedonoskov A.B. Methodology and methods of diagnostics condition of economic entities: the state of the issue	87



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 NE Zhukovsky and Gagarin"
 Kand. tehn. Sciences, Associate Professor S.V. Gluschenko
 Russia, Voronezh, E-mail: serjvladimir@rambler.ru

С.В. Глущенко

О ПОВЕДЕНИИ УСЛОВНОЙ ФУНКЦИИ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ КОНФЛИКТУЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ

Аннотация: В статье рассмотрен подход к исследованию конфликта систем. Проведена попытка формализации конфликта в стохастической системе. Доказано утверждение, формализующее конфликт. Приведены доводы в пользу анализа функционирования системы на основе ядер конфликта

Ключевые слова: конфликт, случайная величина, коэффициент корреляции, плотность вероятности

S.V. Gluschenko

ON BEHAVIOR OF CONDITIONAL FUNCTION OF PROBABILITY FOR CONFLICTING PARAMETERS

Annotation: The approach to the study of the conflict of systems is considered in the article. An attempt was made to formalize the conflict in a stochastic system. The statement formalizing the conflict is proved. The arguments are presented in favor of analyzing the functioning of the system based on the conflict nuclei

Keywords: conflict, random variable, correlation coefficient, probability density

В процессе функционирования самоорганизующаяся система на определенных временных этапах преследует определенные цели. При этом задача - минимум системы состоит в самосохранении, в избежание дезинтеграции, в сохранении устойчивости по системообразующим параметрам. Вместе с тем самоорганизующаяся система может ставить и задачу - максимум, решение которой позволило бы системе достичь нового состояния, улучшив свои качественные и количественные показатели.

Самоорганизующаяся система должна обладать определенным потенциалом для своего функционирования. Теоретически может обладать достаточным ресурсом и уровнем организации, позволяющими функ-

ционировать 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 пытаюсь сберечь как можно больше свой ресурс.

В ходе математического моделирования функционирования производственных, биологических и экологических систем необходимо контролировать состояние ресурсной базы и учитывать характер взаимо-

действия систем, как правило, конфликтующих в процессе использования ресурсов. Для двух противодействующих систем X , Y можно построить систему рекуррентных уравнений, характеризующих состояние систем в процессе борьбы за определенный вид ресурса [1].

$$y_j(k+1) = y_j(k) \prod_{i=1}^n (1 - p_{ij}^x - q_{ij}^x)^{x_i(k)u_{ij}(k)/y_j(k)} + \sum_{i=1}^n x_i(k)q_{ji}^y y_j(k)v_{ji}(k)/x_i(k),$$

$$x_i(k+1) = x_i(k) \prod_{j=1}^m (1 - p_{ji}^y - q_{ji}^y)^{y_j(k)v_{ji}(k)/x_i(k)} + \sum_{j=1}^m y_j(k)q_{ij}^x x_i(k)u_{ij}(k)/y_j(k).$$

Величины $u_{ij}(k)$, $v_{ji}(k)$ - параметры управления на k -м шаге. Изменяя их, каждая из сторон оказывает влияние на ход процесса. p_{ij}^x , p_{ji}^y - вероятность поражения единицей i -го ресурса системы X единицы j -го ресурса системы Y , а p_{ji}^y - вероятность поражения единицей j -го ресурса системы Y единицы i -го ресурса системы X . q_{ij}^x - вероятность захвата единицей i -го ресурса системы X единицы j -го ресурса системы Y , а q_{ji}^y - вероятность поражения единицей j -го ресурса системы Y единицы i -го ресурса системы X ([1]).

Рассматриваемый процесс является случайным, но его можно и удобно моделировать с использованием метода динамики средних, основывающегося на предположении, что эффективность каждой стороны конфликта зависит не от единичного (случайного), а от некоторого среднего воздействия на сторону противника.

В связи с изложенным целесообразно рассмотреть численные показатели систем X и Y как случайные величины, значения которых необходимо оптимизировать. Пусть непрерывная случайная величина X принимает значения возможных состояний системы на отрезке $[a, b]$, а случайная величина Y принимает значения возможных состояний системы на отрезке $[c, d]$. Не ограничивая общности, будем считать оптимальными их минимальные значения, соответственно для X – a , для Y – c . С уменьшением своих значений

X и Y становятся более желательными с точки зрения ЛПР (их полезность возрастает).

Будем исходить из того, что X и Y – зависимые непрерывные случайные величины. В противном случае говорить о конфликте не приходится. Тогда изменение значений одной из них (например X) влечет за собой изменение другой (Y). В целом произвольному значению X может соответствовать произвольное значение Y , но с неодинаковой вероятностью ([2]).

Естественно полагать, что для $\forall \varepsilon > 0$ и $\forall x' \in [a, b]$ каждому отрезку $[x' - \varepsilon, x' + \varepsilon]$ соответствуют определенные значения $y' \in [c, d]$, $\delta > 0$ и отрезок $[y' - \delta, y' + \delta]$ с максимальной вероятностью. При этом x' , ε , y' , δ должны соответствовать ограничениям $[x' - \varepsilon, x' + \varepsilon] \subseteq [a, b]$, $[y' - \delta, y' + \delta] \subseteq [c, d]$. Все такие пары отрезков $[x' - \varepsilon, x' + \varepsilon]$ и $[y' - \delta, y' + \delta]$ образуют состояния устойчивости (равновесия) объединенной системы $S = S_1 \cup S_2$. При выходе из одного устойчивого состояния система S стремится занять новое устойчивое состояние.

Если между X и Y конфликт, то нарушение равновесия в сторону улучшения X (приближение значений X к a , т.е. уменьшение значений X , $\Delta x < 0$) скорее всего приведет к ухудшению Y с точки зрения ЛПР (приближение Y к d , т.е. возрастание значений Y , $\Delta y > 0$). Таким образом, если $\Delta x < 0$, то вероятнее всего $\Delta y > 0$, и, наоборот, если

$\Delta x > 0$, то скорее всего $\Delta y < 0$. Менее вероятно нарушение равновесия, когда $\Delta x > 0$, а $\Delta y = 0$, или $\Delta x < 0$, $\Delta y = 0$. Еще менее вероятно, когда при $\Delta x > 0$ $\Delta y > 0$ или при $\Delta x < 0$ $\Delta y < 0$. Т.е:

$$\begin{aligned} p(\Delta y < 0 / \Delta x < 0) &< p(\Delta y = 0 / \Delta x < 0) < \\ &p(\Delta y > 0 / \Delta x < 0) \\ \text{или } p(\Delta y > 0 / \Delta x > 0) &< p(\Delta y = 0 / \Delta x > 0) < \\ &p(\Delta y < 0 / \Delta x > 0). \end{aligned}$$

Можно говорить об убывании функции плотности вероятности $f(y / x)$ в условиях конфликта случайных величин X и Y . Проведенные рассуждения позволяют дать определение конфликта двух однонаправленных с точки зрения достижения оптимума непрерывных случайных величин.

Определение. Две непрерывные случайные величины X и Y находятся в состоянии конфликта, если для любых $\Delta x > 0$ и $\Delta y \geq 0$ ($\Delta y > 0$ и $\Delta x \geq 0$) функция плотности вероятности $f(y / x)$ ($f(x / y)$) убывает.

Справедливо **утверждение**. Если для любых $\Delta x > 0$ и $\Delta y \geq 0$ функция плотности вероятностей $f(y / x)$ убывает, то условное математическое ожидание $M(Y / x)$ также монотонно убывает.

Доказательство. Представим условное математическое ожидание в виде

$$M(Y / x) = \int_c^d y f(y / x) dy$$

Функция y интегрируема на отрезке $[c, d]$. Без ограничения общности принимаем $y \geq 0$. Пусть функция $f(y / x)$ интегрируема и непрерывна по y на отрезке $[c, d]$. $f(y / x)$ ограничена снизу и сверху на $[c, d]$, кроме того $f(y / x) \geq 0$. Тогда по первой формуле о среднем найдется такое число $m \in [c, d]$, что

$$\int_c^d y f(y / x) dy = m \int_c^d f(y / x) dy$$

По этим же рассуждениям найдется такое число $e \in [c, d]$, что

$$m \int_c^d f(y / x) dy = f(e / x) \int_c^d dy = m(d - c) f(e / x).$$

При $\Delta x > 0$ $\Delta y = e - e = 0$. По **Определению** функция $f(e / x)$ монотонно убывает. Далее, так как $m > 0$ и $d - c > 0$, то и $m(d - c) f(e / x)$ также монотонно убывает.

Изложенное позволяет сделать вывод, что, если непрерывные случайные величины X и Y соответствуют условию 1 и X конфликтует с Y , то при возрастании x $M(Y / x)$ монотонно убывает.

В [2] было показано, что конфликт случайных событий характеризуется отрицательным коэффициентом корреляции. Справедливо также **утверждение**: если две непрерывные случайные величины находятся в состоянии конфликта, то их коэффициент корреляции имеет отрицательное значение. Для нормально распределенных случайных величин справедливо и обратное утверждение, т.е. две случайные величины находятся в состоянии конфликта тогда и только тогда, когда их коэффициент корреляции имеет отрицательное значение.

Т.к. все параметры системы можно разбить на три группы:

- 1 - группа независимых параметров;
- 2 - группа, в которой характер взаимосвязей между параметрами можно определить как "согласие";
- 3 - группа, в которой характер взаимосвязей между параметрами можно определить как "конфликт", необходимо рассмотреть виды взаимодействия параметров в отдельности.

Параметры из 2-й группы отвечают тому требованию, что если воздействовать на каждый из них в направлении их оптимумов, то значения взаимосвязанных с ними параметров также приближаются к оптимальным. Напротив, для любой пары конфликтующих параметров из 3-й группы наблюдается следующее: приближение значений одного из этих параметров к своему оптимуму соответствует отдалению значений другого параметра от своего оптимума.

Параметры из 1-й и 2-й групп не вызывают проблем при оптимизации процесса. Для этих групп возможно применение хорошо разработанного аппарата скалярной оптимизации. По параметрам из 3-й группы скалярная оптимизация невозможна, в этом случае необходимо осуществить векторную оптимизацию, что гораздо более сложно. Отсюда следует, что конфликтующие параметры вызывают намного больший интерес у исследователя по сравнению с неконфликтующими.

В сложных стохастических системах значительное количество параметров взаимосвязано. При этом корреляционные плеяды, включающие конфликтующие параметры (с отрицательными значениями парных коэффициентов корреляции) образуют ядра конфликта W^k , плеяды, состоящие из параметров с положительными коэффициентами

корреляции образуют ядра содействия W^c , а некоррелирующие параметры можно сгруппировать в ядро безразличия W^n ([2]).

Рассмотренное позволяет выявить качественный характер и количественную степень взаимодействия по знаку и значению их коэффициентов корреляции, т.е. локализовать ядро конфликта и силу конфликта в ядре между сторонами конфликта.

Библиографический список

1. Гаврилов, В.М. Оптимальные процессы в конфликтных ситуациях / В.М. Гаврилов. – М: Советское радио, 1969. – 160 с.
2. Глушенко С.В. Синтез моделей и алгоритмов анализа функционирования стохастических технологических систем в условиях конфликта взаимодействующих параметров. Дис...канд. техн. наук. / С.В. Глушенко. – Воронеж: ВГТА, 1997. – 159 с.

УДК 621.396.2.019.4

Воронежский государственный технический университет
Кафедра систем управления и информационных технологий, 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
Department of control systems and information technologies
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 ПОСТРОЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАДИОКАНАЛА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ДВУМЕРНЫЕ СИГНАЛЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Аннотация: Предложено математическое описание, позволяющее исследовать статистические характеристики эффективности систем передачи команд радиоуправления в деполаризующей среде распространения

Ключевые слова: эффективность, выигрыш, анизотропия, антенна, деполаризация

A.D. Kononov, A.A. Kononov

TO THE PROBLEM OF BUILDING A STATISTICAL MODEL OF RADIO CHANNEL OPERATING BIVARIATE SIGNALS FOR REMOTE CONTROLLING MOBILE OBJECTS

Abstract: The mathematical exposition permitting to examine statistical efficiency characteristics of the systems of transmitting radio control commands in a depolarization medium of distribution is offered

Keywords: effectiveness, advantage, anisotropy, antenna, depolarization

При решении многих задач строительного, сельскохозяйственного, мелиоративного и лесоустроительного направления, ис-

пользуемых рабочие поверхности большой площади, существенный интерес представляет исследование методов и устройств [1-3], повышающих помехоустойчивость передаваемых команд управления с учетом влияния

среды распространения [4-6].

Важнейшим критерием, характеризующим качество используемых систем связи и управления [7, 8], является β -эффективность, определяющий параметр которой – выигрыш B – имеет вид [9, 10]

$$B = \frac{Q_{HЧ}}{Q_{ВЧ}}, \quad (1)$$

то есть B – отношение средних мощностей сигнала и помехи на входе $Q_{ВЧ}$ и выходе $Q_{HЧ}$ приемника.

Произвольный вектор поля излучаемой волны можно представить в виде суперпозиции его компонент по ортогонально ориентированным осям, образующим полную систему координат.

В поляризационно-линейном базисе гиротропная среда прохождения двумерного колебания описывается матрицей пропускания

$$\dot{P} = \frac{h}{2} \begin{bmatrix} e^{j\varphi_1} + re^{j\varphi_2} & j(re^{j\varphi_2} - e^{j\varphi_1}) \\ j(re^{j\varphi_1} - e^{j\varphi_2}) & re^{j\varphi_1} + e^{j\varphi_2} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где φ_1, φ_2 – добавки фаз нормальных волн, приобретаемые по траектории прохождения в анизотропной среде;

$$r_1 = r_2 = \frac{1}{|r_2|}, \quad r_{1,2} = \frac{E_{Y_{1,2}}}{E_{X_{1,2}}} - \text{отношение линейно-поляризованных составляющих нормальных волн};$$

$h = \sqrt{\frac{2}{1+r^2}}$ – коэффициент энергетического баланса.

Процесс распространения двумерного колебания в анизотропной среде представляется матричным уравнением

$$\dot{E}_P = \dot{P} \cdot \dot{E}_H. \quad (3)$$

Выходные эффекты кроссполяризованных антенн приобретают вид

$$\begin{aligned} e_1(t) &= E_0 \frac{h}{2} \operatorname{Re} \left\{ \left[(e^{j\varphi_1} + re^{j\varphi_2}) \cos \varphi + (re^{j\varphi_2} - e^{j\varphi_1}) \sin \varphi \right] \right\} + \hat{n}(t), \\ e_2(t) &= E_0 \frac{h}{2} \operatorname{Re} \left\{ \left[j(re^{j\varphi_1} - e^{j\varphi_2}) \cos \varphi - j(re^{j\varphi_1} + e^{j\varphi_2}) \sin \varphi \right] \right\} + \hat{n}(t), \end{aligned} \quad (4)$$

где $\hat{n}(t)$ – центрированная неполяризованная помеха.

При определенных характеристиках идеального приемника, флуктуационной помехи на его входе и заданной мощности сигнала, несущего передаваемое сообщение (команду управления), предельный выигрыш

$$B_{1,2}^H = \frac{1}{(1+r^2)} [1+r^2(1+\sin 2\varphi) \pm 2r \cos 2\varphi \cdot \cos 2\Phi - \sin 2\varphi], \quad (5)$$

где $B_{1,2}^H = \frac{B_{1,2}}{B_{ПРЕД}}$; B_1, B_2 – выигрыши,

определяемые по выходам поляризационно-ортогональных приемных каналов с учетом влияния анизотропии среды, $B_{ПРЕД}$ – предельная величина выигрыша без учета поля-

системы передачи информации (1) определяется величиной искажения исходного модулирующего сообщения на выходе идеального приемника [9]. Для колебания, прошедшего деполаризующую среду распространения, нормированный выигрыш в каждой из ортогональных антенн запишется в виде

ризационных замираний, то есть при отсутствии деполаризующей среды, индексы 1, 2 соответствуют приему сигнала на антенны с совпадающей и ортогональной поляризациями;

$2\Phi = \varphi_2 - \varphi_1$ – угол поворота эллипса поляризации информационного сигнала за

счет анизотропии среды.

В первом приближении можно считать, что статистические неоднородности среды по траектории распространения приводят к случайному распределению удвоенного угла ориентации плоскости поляризации 2Φ и величины r , характеризующих искажение формы эллипса поляризации, и для их статистического описания, учитывая большое

число независимых факторов, вызывающих эти вариации, можно воспользоваться нормальным законом распределения вероятностей. Тогда, задавшись нормальным законом распределения для параметра r и нормальным распределением случайного угла Φ , первые два момента случайной величины $B_{1,2}^H$ приобретают вид

$$M[B_{1,2}^H] = (B_{1,2}^H)_{m_\Phi, m_r} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial^2 B_{1,2}^H}{\partial r^2} \right)_{m_\Phi, m_r} \cdot D_r + \left(\frac{\partial^2 B_{1,2}^H}{\partial \Phi^2} \right)_{m_\Phi, m_r} \cdot D_\Phi \right], \quad (6)$$

$$D[B_{1,2}^H] = \left(\frac{\partial B_{1,2}^H}{\partial r} \right)_{m_\Phi, m_r}^2 \cdot D_r + \left(\frac{\partial B_{1,2}^H}{\partial \Phi} \right)_{m_\Phi, m_r}^2 \cdot D_\Phi + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial^2 B_{1,2}^H}{\partial r^2} \right)_{m_\Phi, m_r} \cdot D_r^2 + \left(\frac{\partial^2 B_{1,2}^H}{\partial \Phi^2} \right)_{m_\Phi, m_r} \cdot D_\Phi^2 \right] + \left(\frac{\partial^2 B_{1,2}^H}{\partial r \partial \Phi} \right)_{m_\Phi, m_r} \cdot D_r D_\Phi, \quad (7)$$

где m_r , D_r – математическое ожидание и дисперсия параметра r ; m_Φ , D_Φ – среднее значение и дисперсия случайного угла Φ .

На рисунке 1 представлена зависимость среднего значения $M[B_{1,2}^H]$ от статистических моментов m_Φ и D_Φ для некоторых зна-

чений угла эллиптичности φ и дисперсии угла ориентации поляризационного эллипса. Сплошная линия определяет среднее значение выигрыша в канале с совпадающей по поляризации антенне, разрывная – в ортогональном канале.

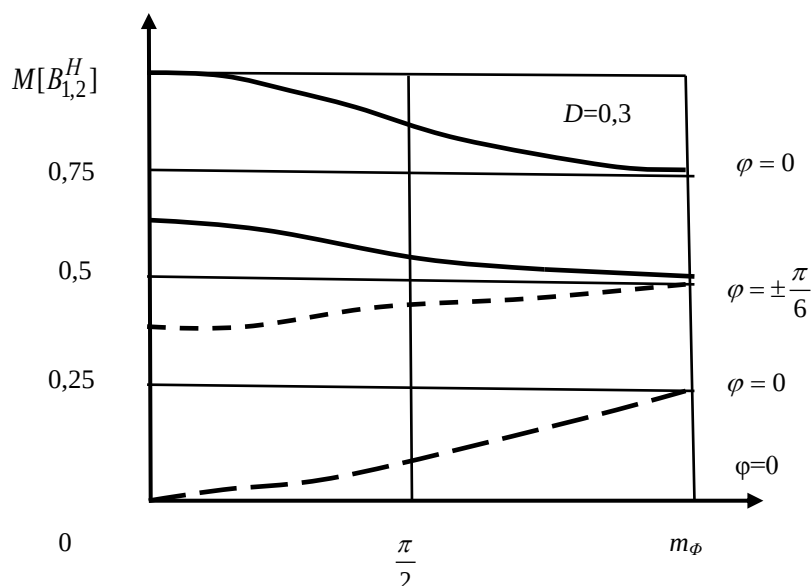


Рис.1 - Зависимость среднего значения выигрыша $B_{1,2}^H$ для ортогональных линейно поляризованных антенн

На рисунке 2 представлены дисперсии выигрыша $D[B_{1,2}^H]$ в зависимости от деполаризующих свойств анизотропной среды рас-

пространения и поляризационной структуры поля излучения. Максимальный разброс величины выигрыша имеет место в интервале наиболее вероятной поляризационной орто-

гональности приходящего двумерного сигнала и характеристик приемного устройства.

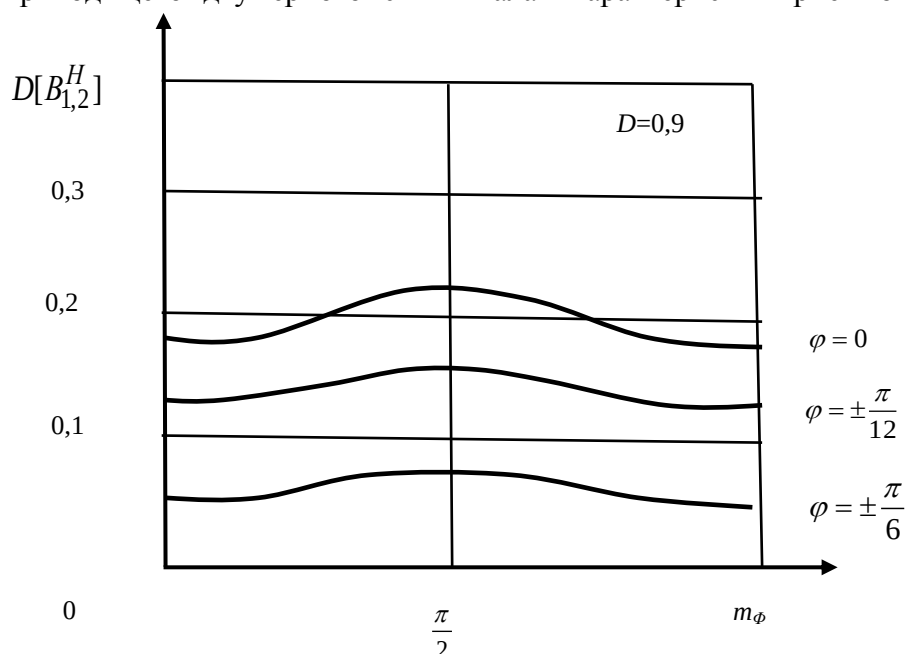


Рис. 2 - Зависимость дисперсии выигрыша информационной системы от условий распространения и поляризационных характеристик излучаемых колебаний

Отсюда следует, что для достижения необходимого качества работы системы управления ее приемное устройство должно осуществлять адаптивное слежение и перестройку поляризационной структуры антенны таким образом, чтобы ее поляризационные характеристики совпадали с наиболее вероятными значениями параметров поляризации в принимаемом колебании.

Библиографический список

1. Авдеев Ю.В. Разработка алгоритма определения координат в задаче дистанционного управления движением машинно-тракторных агрегатов / Ю.В. Авдеев, А.Д. Кононов, А.А. Кононов // В сборнике: Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск. – 2012. – № 46. – С. 24–31.
2. 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.
3. Маршаков В.К. Анализ систем тракторного 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.
4. 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.
5. 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.
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.Д. Обработка информации радионавигационной системы для согласования с исполнительными механизмами мобильного объекта / А.Д. Кононов, А.А. Кононов, А.Ю. Изотов // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XV международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2015. – С. 99–102.

8. Сазонов Э.В. Оценка эффективности прогнозирования состояния трубопроводов тепловых сетей / Э.В. Сазонов, М.С. Коно-

нова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 12. – С. 64.

9. Смирнов В.А. Приближенные методы расчета искажений в системах передачи информации / В.А. Смирнов – М.: 1975. – 342с.

10. Кононов А.Д. К вопросу оптимизации информационных систем передачи команд управления через анизотропные среды / А.Д. Кононов, А.А. Кононов, С.А. Иванов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018. – № 1–2. – С. 29–34.

УДК 517.93

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра прикладной математики и механики,
Канд. физ.-мат. наук, доцент А.Б. Кушев
Россия, г. Воронеж, E-mail: vmkaf@vpgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University,
Department of applied mathematics and mechanics
Ph. Phy.-Mat. Sciences, docent A.B. Kushchev
Russia, Voronezh, E-mail: vmkaf@vpgasu.vrn.ru

А.Б. Кушев

О СУЩЕСТВОВАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ 5-ГО ПОРЯДКА В СЛУЧАЕ ОТСУТСТВИЯ ПЕРВОЙ И ТРЕТЬЕЙ ПРОИЗВОДНЫХ В ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ

Аннотация: Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение пятого порядка с существенной нелинейностью и периодическим возмущением, для которого методом направляющих функций доказывается новая теорема о существовании периодических решений. С помощью принципа родственности полученный результат обобщается на соответствующее дифференциальное уравнение пятого порядка с запаздывающим аргументом

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, периодические решения, направляющие функции

A.B. Kushchev

EXISTENCE PERIODIC SOLUTION ONE CLASS DIFFERENTIAL EQUATION FIVE ORDER WITH ESSENTIAL NONLINEARITY WITHOUT FIRST AND THIRD DERIVATIVE IN LINEAR PART

Abstract: Considered ordinary differential equation five order with essential nonlinearity and periodic perturbation, for which with method directing function prove new theorem existence periodic solution. With the help of principle related obtained resultant generalize on corresponding differential equation five order with retarding argument

Keywords: differential equation, periodic solution, directing function

Рассмотрим³ обыкновенное дифференциальное уравнение пятого порядка:

$$x^{(5)} + a_4 x^{(4)} + a_3 x''' + a_2 x'' + a_1 x' + f(x) + \varphi(t, x, x', x'', x''', x^{(4)}) = 0, \quad (1)$$

где функции $f(x)$, $\varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ непрерывны по совокупности переменных

$(-\infty < t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 < \infty)$, а функция $\varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \varphi(t, X)$

ω -периодична по t :

$$\varphi(t + \omega, X) = \varphi(t, X). \quad (2)$$

Нас будет интересовать вопрос о существовании ω -периодических решений уравнения (1). Исследование будет проводиться методом направляющих функций [1].

Всюду ниже мы будем предполагать, что

$$k_1 < f(x)/x < k_2 \quad (|x| > R_1, k_1 k_2 > 0), \quad (3)$$

и равномерно относительно t

$$\lim_{\|X\| \rightarrow \infty} \frac{\varphi(t, X)}{\|X\|} = 0 \quad (4)$$

где $\|X\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_5^2}$.

Положим $x_1 = x, x_2 = \dot{x}_1, x_3 = \dot{x}_2, x_4 = \dot{x}_3, x_5 = \dot{x}_4$ и перейдем от уравнения (1) к эквивалентной системе

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \dot{x}_2 = x_3, \dot{x}_3 = x_4, \dot{x}_4 = x_5, \\ \dot{x}_5 &= -f(x_1) - a_1 x_2 - a_2 x_3 - a_3 x_4 - a_4 x_5 - \varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5). \end{aligned} \quad (5)$$

Наряду с системой (5) рассмотрим "укороченную" систему

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \dot{x}_2 = x_3, \dot{x}_3 = x_4, \dot{x}_4 = x_5, \\ \dot{x}_5 &= -f(x_1) - a_1 x_2 - a_2 x_3 - a_3 x_4 - a_4 x_5. \end{aligned} \quad (6)$$

С помощью достаточного признака существования правильной направляющей функции [2] в работе [3] доказано, что справедливы

Лемма 1. Пусть выполнены условия (3) и (4). Пусть функция $V(X) = V(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ имеет вид квадратичная форма плюс "интеграл от нелинейности", и ее производная в силу системы (6) удовлетворяет условию:

$$\dot{V} > k \|X\|^2 \quad (k > 0, \|X\| > R_0). \quad (7)$$

Тогда функция $V(X)$ является правильной направляющей функцией для системы (5).

Лемма 2. В условиях предыдущей леммы индекс правильной направляющей функции $V(X)$ вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} V_1 = & \beta \int_0^{x_1} f(\tau) d\tau + \beta a_2 \frac{x_2^2}{2} + (a_2 - \beta a_4 - \alpha) \frac{x_3^2}{2} + a_4 \frac{x_4^2}{2} + 2x_1 x_2 - \alpha a_4 x_1 x_4 - \alpha x_1 x_5 + \\ & + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 \right] x_2 x_3 + (\alpha + \beta a_4) x_2 x_4 + \beta x_2 x_5 - \beta x_3 x_4 + x_4 x_5, \end{aligned} \quad (10)$$

где

$$\alpha = \frac{2 + k_2^2}{k_1}, \quad (11)$$

$$\beta = -2 - \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 - \alpha a_4 \right]. \quad (12)$$

Производная $\dot{V}_1$ функции V_1 в силу системы (6) равна

$$\dot{V}_1 = \alpha x_1 f(x_1) + 2x_2^2 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 \right] x_3^2 - \beta x_4^2 + x_5^2 + (2 + \alpha a_2) x_1 x_3 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 - \alpha a_4 \right] x_2 x_4 - x_4 f(x_1).$$

Подставив из (12) β , получим

$$\begin{aligned} \dot{V}_1 = & \alpha x_1 f(x_1) + x_2^2 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2\right] x_3^2 + 2x_4^2 + x_5^2 + (2 + \alpha a_2) x_1 x_3 - x_4 f(x_1) + \\ & + \left\{ x_2^2 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 - \alpha a_4\right] x_2 x_4 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2 - \alpha a_4\right]^2 x_4^2 \right\}, \end{aligned}$$

откуда

$$\dot{V}_1 \geq \alpha x_1 f(x_1) + x_2^2 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2\right] x_3^2 + 2x_4^2 + x_5^2 + (2 + \alpha a_2) x_1 x_3 - x_4 f(x_1). \quad (13)$$

Покажем, что существует такое число $R_0 > 0$, при котором для функции Ляпунова-Лурье V_1 будет выполняться неравенство (7) при $k = \frac{1}{2}$.

$$\dot{V} > \frac{\|X\|^2}{2} (\|X\| \geq R_0).$$

Пусть сначала $|x_1| > R_1$. Тогда из (13), (3), (11) и предполагаемого условия $k_1 > 0$ вытекает, что

$$\begin{aligned} \dot{V}_1 & > \frac{2+k_2^2}{k_1} k_1 x_1^2 + x_2^2 + \left[1 + (2 + \alpha a_2)^2\right] x_3^2 + 2x_4^2 + x_5^2 + (2 + \alpha a_2) x_1 x_3 - k_2 |x_1 x_4| = \\ & = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + \left\{ x_1^2 + (2 + \alpha a_2) x_1 x_3 + (2 + \alpha a_2)^2 x_3^2 \right\} + \left[k_2^2 x_1^2 - k_2 |x_1 x_4| + x_4^2 \right] \geq \|X\|^2. \end{aligned}$$

Итак, $\dot{V}_1 > \frac{\|X\|^2}{2}$ при $|x_1| > R_1$.

Пусть теперь $|x_1| \leq R_1$. Положим $M_1 = \max_{|x_1| \leq R_1} |f(x_1)|$.

Так как $x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 \geq \|X\|^2 - R_1^2$, $|x_3| \leq \|X\|$, $|x_4| \leq \|X\|$, то из (13) вытекает, что $\dot{V}_1 \geq -\alpha R_1 M_1 + \|X\|^2 - R_1^2 - |2 + \alpha a_2| R_1 \|X\| - M_1 \|X\|$.

Выберем теперь R_0 настолько большим, что при $\|X\| \geq R_0$ выполнялось неравенство

$$(|2 + \alpha a_2| R_1 + M_1) \|X\| + \alpha R_1 M_1 + R_1^2 < \frac{\|X\|^2}{2}.$$

Тогда $\dot{V}_1 > \frac{\|X\|^2}{2}$ при $|x_1| \leq R_1$ и $\|X\| \geq R_0$.

Следовательно, функция V_1 удовлетворяет неравенству (7) при $k = \frac{1}{2}$.

Поэтому в силу леммы 1 функция $V(X)$ является правильной направляющей функцией для системы (5), а в силу леммы 2 ind V

$= -1 \neq 0$. Следовательно, у системы (5) и, соответственно, у уравнения (1) существует хотя бы одно ω -периодическое решение.

Рассмотрим теперь подслучай $k_2 < 0$. Положим V_2 по формуле (10), по которой определялась функция V_1 , где

$$\alpha = \frac{2 + k_1^2}{-k_2}.$$

Заметим, что $V_2(k_1, |k_2|) \equiv V_1(k_2, k_1)$, поэтому, поменяв в предыдущих рассуждениях k_1 и $|k_2|$ местами, получим, что для функции V_2 справедливо неравенство (7) при $k = \frac{1}{2}$.

Поэтому из леммы 1 вытекает, что и в этом случае $V_2(X)$ является правильной направляющей функцией для системы (5), а в силу леммы 2 ind $V_2 = 1 \neq 0$. Следовательно, у системы (5) и, соответственно, у уравнения (1) и в этом случае существует хотя бы одно ω -периодическое решение.

Дифференциальное уравнение пятого порядка с простейшим запаздыванием

$$x^{(5)} + a_4 x^{(4)} + a_3 x''' + a_2 x'' + a_1 x' + f(x) + \varphi(t, x(t), x'(t), x''(t), x'''(t), x^{(4)}(t), x(t-h), x'(t-h), x''(t-h), x'''(t-h), x^{(4)}(t-h)) = 0, \quad (14)$$

где функции $f(x)$, $\varphi(t, x, y, z, u, v, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1)$ непрерывны по совокупности переменных, последняя функция ω -периодична по t :

$$\varphi(t + \omega, X, X_1) = \varphi(t, X, X_1) \quad (15)$$

и равномерно относительно $t, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1$,

$$\lim_{\|X\| \rightarrow \infty} \frac{\varphi(t, X, X_1)}{\|X\|} = 0. \quad (16)$$

Нас будет интересовать ω -периодические решения у уравнения (14). Справедлива Теорема 2. Пусть выполнены соотношения (3), (15) и (16). Пусть выполнены условия (9) теоремы 1.

Тогда у уравнения (14) есть хотя бы одно ω -периодическое решение.

При доказательстве используется

принцип родственности [1].

Библиографический список

1. Красносельский М.А., Забрейко П.П. Геометрические методы нелинейного анализа. – М.: Наука, 1975. – 512 с.

2. Куцев А.Б. Достаточный признак существования правильной направляющей функции для одного класса систем дифференциальных уравнений. // Прикл. методы функц. анализа. – Воронеж: изд-во ВГУ, 1985. С. 100-110.

3. Куцев А.Б. О вынужденных колебаниях нелинейных систем пятого порядка. // Application of Topology and Nonlin. Analysis in Technology and Building Engineering. – Gdansk University Press, 1997. С. 37-45.

УДК 614.8:69: 681.3

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра техносферной и пожарной безопасности,
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Technical University,
Department of technosphere and fire safety,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДИАГНОСТИКИ УТЕЧЕК С НЕИЗВЕСТНОЙ АМПЛИТУДОЙ ПРИ УЧЕТЕ ПОМЕХ ОТ СТОХАСТИЧНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: Приведен алгоритм обнаружения утечек в системах газоснабжения. В качестве внешних стохастических источников помех выступают потребители газа. Комбинированная задача диагностики утечек решается при неизвестных значениях амплитуды и интенсивности шума. Задача решена для систем газоснабжения так как утечки газа в них могут вызвать аварии, взрывы и пожары, влекущие за собой существенные экономический и социальный ущербы

Ключевые слова: системы газоснабжения, диагностика утечек, алгоритм, безопасность функционирования

S.A. Sazonova

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTICS OF LEAK DIAGNOSTICS WITH UNKNOWN AMPLITUDE IN THE ACCOUNT OF INTERFERENCE FROM STOCHASTICITY OF CONSUMPTION IN THE SYSTEM OF GAS SUPPLY

Abstract: An algorithm for detecting leaks in gas supply systems is given. As external stochastic sources of interference, gas consumers act. The combined problem of leak diagnostics is solved for unknown values of the amplitude and intensity of noise. The problem is solved for gas supply systems because gas leaks in them can cause accidents, explosions and fires, which entail significant economic and social damage

Keywords: gas supply systems, leak diagnostics, algorithm, operational safety

Случаи обнаружения утечки в системе газоснабжения (СГС) с неизвестной амплитудой в шуме, обладающем заданной интенсивностью, либо утечки заданной величины

в шуме с неизвестной интенсивностью являются более простыми задачами диагностики, чем рассмотренная в данной работе комбинированная задача. Такая комбинированная задача является важным случаем диагностики утечек, в котором как амплитуда, так и интенсивность шума неизвестны одновременно и подлежат определению.

Пусть в моменты $t_1, \dots, t_n$ наблюдается выборка $X_n = \{x_1, \dots, x_n\}$ случайного процесса $x(t)$, которая может состоять из компонент шума $\xi(t)$ либо из компонент суммы сигнала $\alpha s(t)$ заданного вида с неизвестной амплитудой α и шума. Интенсивность шума от стохастичности потребления при этом считается неизвестной.

Тогда определяемую приемником информацию об утечке X_n можно записать в виде [1]

$$X_n = \lambda \alpha S_n + \Xi_n \quad (1)$$

где $\lambda=1$ с вероятностью p_1 , $\lambda=0$ с вероятностью p_2 ($p_1 + p_2 = 1$), S_n - заданный вектор ($s_i = s(t_i)$), где $s(t)$ - утечка, рассматриваемая как заданная функция координат и времени; α - случайный параметр, который по-прежнему будем считать распределенным

равномерно в диапазоне $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$. Шум является гауссовым с корреляционной матрицей $K_\xi = \sigma^2 \|\delta_{ij}\|$, $\sigma^2 = 2\Delta f N_0$ - неизвестная интенсивность шума, которая распределена равномерно в интервале $\Delta\sigma^2$.

Согласно приведенным выше результатам оптимальный алгоритм обнаружения состоит в сравнении с соответствующим порогом отношения правдоподобия:

$$\Lambda(X_n | \alpha^*, \sigma_1^{2*}, \sigma_2^{2*}) = \frac{P_1(X_n | \alpha^*, \sigma_1^{2*})}{P_2(X_n | \sigma_2^{2*})}, \quad (2)$$

где применяются введенные ранее обозначения, а * обозначены оценки максимального правдоподобия соответствующих параметров.

Плотность вероятности $P_2(X_n | \sigma^2)$ и оценка σ_2^{2*} определяются соответственно из выражений

$$\sigma_2^{2*} = X_n^T X_n / n \quad (3)$$

$$P_2(X_n | \sigma_2^{2*}) = \frac{1}{(2\pi\sigma_2^{2*})^{n/2}} \exp\left(-\frac{n}{2}\right), \quad (4)$$

Плотность вероятности $P_1(X_n | \alpha, \sigma^2)$ находится как

$$P_1(X_n | \alpha, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (X_n - \alpha S_n)^T (X_n - \alpha S_n)\right] \quad (5)$$

Оценки максимального правдоподобия α^* и σ_1^{2*} находятся из системы уравнений

$$\frac{\partial \ln P_1(X_n | \alpha, \sigma^2)}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial \ln P_1(X_n | \alpha, \sigma^2)}{\partial (\sigma^2)} = 0 \quad (6)$$

После преобразований эти уравнения примут вид

$$(1/\sigma^2)(X_n - \alpha S_n)^T S_n = 0,$$

$$(1/\sigma^2)[n - (X_n - \alpha S_n)^T (X_n - \alpha S_n)/\sigma^2] = 0, \quad (7)$$

откуда

$$\alpha^* = \frac{X_n^T S_n}{S_n^T S_n} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n x_i s_i \quad (8)$$

$$\sigma_1^{2*}(\alpha^*) = \frac{1}{n} (X_n - \alpha^* S_n)^T (X_n - \alpha^* S_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \alpha^* s_i)^2 \quad (9)$$

Отношение правдоподобия (2) определяется как

$$\Lambda(X_n | \alpha^*, \sigma_1^{2*}, \sigma_2^{2*}) = \left[\frac{\sigma_2^{2*}}{\sigma_1^{2*}} \right]^{n/2} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{E} (\sum_{i=1}^n x_i s_i)^2} \right\}^{n/2} \quad (10)$$

Здесь, как и ранее, принято $E = \sum_{i=1}^n s_i^2$.

Отношение (10) должно сравниваться с порогом

$$C_{12} = \frac{g_{21} - g_{22} p_2 a_2(X_n)}{g_{12} - g_{11} p_1 a_1(X_n)} \quad (11)$$

Величина $a_2(X_n)$ относится к ситуации, когда имеется только шум неизвестной интенсивности:

$$a_2(X_n) = \frac{1}{\Delta(\sigma^2)} \frac{(2\pi)^{1/2}}{(n^3/2)^{1/2}} B_2, \quad (12)$$

где $B_2 = X_n^T X_n$.

Величина $a_1(X_n)$ определяется как

$$a_1(X_n) = \omega(\alpha^*, \sigma_1^{2*}) \frac{2\pi}{\det^{1/2} D_1}. \quad (13)$$

$$\left. \frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial(\sigma^2)^2} \right|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = -\frac{1}{2\sigma^4} \left(n - \frac{2B_1(\alpha)}{\sigma^2} \right) \Big|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = -\frac{n^3}{2} \frac{1}{B_1^2(\alpha^*)}$$

$$\left. \frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial \alpha \partial \sigma^2} \right|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = -\frac{1}{\sigma^4} (X_n - \alpha^* S_n)^T S_n \Big|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = 0. \quad (16)$$

Отсюда

$$\det D_1 = \frac{n^4}{2} \frac{E}{B_1^3(\alpha^*)}, \quad (17)$$

$$a_1(X_n) = \frac{2\pi\sqrt{2}B_1^{3/2}(\alpha^*)}{\Delta\alpha\Delta(\sigma^2)n^2E^{1/2}} \quad (18)$$

В результате порог C_{12} имеет вид

$$C_{12} = \frac{g_{21} - g_{22} p_2 \Delta\alpha}{g_{12} - g_{11} p_1 \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{E}{2\sigma_1^{2*}(\alpha^*) \sigma_1^{2*}(\alpha^*)}}. \quad (19)$$

Сравнение с порогом (19) отношения правдоподобия (10) эквивалентно алгоритму, в соответствии с которым принимается решение о наличии утечки, если

$$\sigma_1^{2*} / \sigma_1^{2*}(\alpha^*) \geq C(X_n) \quad (20)$$

где порог $C(X_n)$ определяется так:

$$C(X_n) = \left(\frac{g_{21} - g_{22} p_2 \Delta\alpha}{g_{12} - g_{11} p_1 \sqrt{\pi}} \sqrt{h_0^*} \right)^{\frac{2}{n-2}} \quad (21)$$

Учитывая независимость и равномерность распределения для α и σ^2 , можно показать [1], что $\omega(\alpha^*, \sigma_1^{2*}) = \left(\frac{1}{\Delta\alpha}\right) \left(\frac{1}{\Delta\sigma^2}\right)$. Матрица D_1 находится как

$$D_1 = \left\| \begin{array}{cc} -\frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial \alpha^2} & -\frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial \alpha \partial \sigma^2} \\ -\frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial \sigma^2 \partial \alpha} & -\frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial(\sigma^2)^2} \end{array} \right\|_{\substack{\alpha=\alpha^* \\ \sigma^2=\sigma_1^{2*}}} \quad (14)$$

Согласно (7)

$$\left. \frac{\partial^2 \ln P_1}{\partial \alpha^2} \right|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = -\frac{E}{\sigma^2} \Big|_{\alpha=\alpha^*, \sigma^2=\sigma_1^{2*}} = -\frac{En}{B_1(\alpha^*)} \quad (15)$$

где $B_1(\alpha) = (X_n - \alpha S_n)^T (X_n - \alpha S_n)$.

а $h_0^* = E/2\sigma_1^{2*}(\alpha^*)$ - оценочное значение нормированного отношения сигнал / шум $h_0 = E/2\sigma^2$ Если же считать, что $\alpha_1 = 0$, то

$$C(X_n) = \left(\frac{g_{21} - g_{22} p_2}{g_{12} - g_{11} p_1} \sqrt{\frac{\Delta h_0^*}{\pi}} \right)^{\frac{2}{n-2}} \quad (22)$$

где Δh^* - оценочное значение диапазона изменения отношения сигнал / шум (при заданном диапазоне изменения амплитуды сигнала и оценочном значении интенсивности шума, полученном в предположении о наличии утечки). Выражение в скобках в (22) совпадает с соответствующим порогом при обнаружении утечки с неизвестной амплитудой в шуме известной интенсивности. Разница заключается в том, что истинный диапазон Δh заменен оценочным Δh^* . Структура алгоритма, включая и зависимость порога от n , оказалась такой же, согласно [1], как и при обнаружении известной утечки в шуме неизвестной интенсивности.

При непрерывном наблюдении алгоритм (20) в результате предельного перехода

принимает следующий вид:

$$\frac{\int_0^T x^2(t)dt}{\left\{ \int_0^T x^2(t)dt - \frac{1}{E_0} \left[\int_0^T x(t)s(t)dt \right]^2 \right\}} \geq C[x(t)], \quad (23)$$

где

$$C[x(t)] = C \left\{ \int_0^T x^2(t)dt - \frac{1}{E_0} \left[\int_0^T x(t)s(t)dt \right]^2 \right\}^{-\frac{1}{2\Delta f T - 2}}, \quad (25)$$

где

$$C = \left(\frac{g_{21} - g_{22} \frac{p_2}{g_{12} - g_{11} p_1} \sqrt{\frac{\Delta f T E_m}{\pi}}}{\Delta f T - 1} \right)^{\frac{1}{2\Delta f T - 2}} \quad (26)$$

а $E_m = \alpha_2^2 E_0$ - максимальная энергия сигнала.

В отношении алгоритма (23) в работе [1] указаны условия, которые были применены к алгоритму непрерывных наблюдений. Шум здесь подразумевается не белым, а имеющим полосу Δf . А алгоритм (23) является лишь приближением к оптимальному алгоритму. При применении процедуры оптимизации алгоритмы (20) и (23) остаются в силе, однако порог C становится постоянным и определяется как

$$C = \frac{g_{21} - g_{22} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{2/n}}{g_{12} - g_{11} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{2/n}}. \quad (27)$$

Характеристики обнаружения могут быть получены в соответствии с [1]. Если пренебречь зависимостью порога X_n , то алгоритм будет следующим. Решение о нали-

$$E_0 = \int_0^T s^2(t)dt \quad (24)$$

Порог $C[x(t)]$ определяется так:

чий утечки принимается в случае, если

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - y_n^2)} \geq C, \quad (28)$$

где

$$y_n = \frac{1}{\sqrt{E}} \sum_{i=1}^n x_i s_i \quad (29)$$

После введения линейного преобразования

$$Y_n = G X_n \quad (30)$$

с такой матрицей G , что $G^T = G^{-1}$, получим

$$X_n = G^{-1} Y_n = G^T Y_n; \quad X_n^t = Y_n^T G;$$

$$X_n^t X_n = Y_n^T G G^{-1} Y_n = Y_n^T Y_n \quad (31)$$

то есть

$$\sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (32)$$

В силу рассмотренных ранее свойств X_n и G функция корреляции

$$\overline{(y_i - \bar{y}_i)(y_j - \bar{y}_j)} = \sum_{k,l=1}^n G_{ik} G_{jl} \overline{(x_k - \bar{x}_k)(x_l - \bar{x}_l)} = \sum_{k=1}^n \sigma^2 G_{ik} G_{kj}^{-1} = \sigma^2 \delta_{ij}. \quad (33)$$

При нахождении математического ожидания $\bar{y}_i$ учтено, что согласно (29) и (30)

$$G_{ni} = s_i / \sqrt{E} \quad (34)$$

Из условия $G^{-1} = G^T$, т. е. $\sum_{k=1}^n G_{ik} G_{jk} = \delta_{ij}$ следует:

$$\sum_{k=1}^n G_{ik} G_{nk} = \sum_{k=1}^n G_{ik} \frac{s_k}{\sqrt{E}} = \delta_{in}. \quad (35)$$

Отсюда при $i \neq n$ $\sum_{k=1}^n G_{ik} s_k = 0$, а значит, при $\lambda=1$

$$\bar{y}_i \sum_{k=1}^n G_{ik} \bar{x}_k = \alpha \sum_{k=1}^n G_{ik} s_k = 0, \quad (36)$$

при $\lambda=0$ математическое ожидание $\bar{x}_k = 0$, следовательно, и $\bar{y}_i = 0$. Из (29)

$$m_n = \bar{y}_n = \begin{cases} 0 & \text{при } \lambda = 0, \\ \alpha\sqrt{E} & \text{при } \lambda = 1. \end{cases} \quad (37)$$

Таким образом,

$$\frac{\sum_{k=1}^n x_i^2}{(\sum_{k=1}^n x_i^2 - y_n^2)} = 1 + \frac{y_n^2}{\sum_{k=1}^{n-1} y_i^2} \quad (38)$$

где y_i - статистически независимые нормально распределенные величины с параметрами $(0, \sigma)$ при $i \neq n$ и (m_n, σ) при $i=n$.

Алгоритм обнаружения сводится к сравнению с порогом $C^0 = C - 1$ величины

$$\zeta^2 = \frac{y_n^2}{\sum_{i=1}^{n-1} y_i^2}. \quad (39)$$

Для расчета характеристик обнаружения необходимо найти вероятность $P(\zeta^2 \geq C)$. Очевидно, что

$$P(\zeta^2 \geq C) = 1 - F_\zeta(\sqrt{C^0}) + F_\zeta(-\sqrt{C^0}), \quad (40)$$

где F_ζ - интегральный закон распределения для ζ .

Если ввести

$$\eta = \sqrt{n-1} \zeta = \frac{y_n}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} y_i^2}}, \quad (41)$$

то

$$P(\zeta^2 \geq C^0) = 1 - F_\eta(\sqrt{(n-1)C^0}) + F_\eta(-\sqrt{(n-1)C^0}), \quad (42)$$

где F_η - интегральный закон распределения величины η , т. е. распределение Стьюдента. При $\lambda=0$ это центральное, а при $\lambda=1$ нецентральное распределение Стьюдента.

В результате характеристики обнаружения могут быть найдены по таблицам и графикам математической статистики, причем ими следует пользоваться при малых вероятностях ложной тревоги F . При больших F и достаточно больших n хорошим приближением является

$$\sum_{i=1}^{n-1} y_i^2 \approx (n-1)\sigma^2. \quad (43)$$

В результате алгоритм обнаружения

сводится к тому, что решение о наличии утечки принимается, если

$$y_n^2 > (n-1)\sigma^2 C^0 = K^0, \quad (44)$$

что с точностью до множителя совпадает с алгоритмом обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой в шуме известной интенсивности. Характеристики обнаружения при $n=10$ и $h=8$ приведены на рис.

Адаптивный алгоритм последовательного анализа при обнаружении утечки с неизвестной амплитудой в шуме неизвестной интенсивности при тех же предположениях, что и в ранее рассмотренных задачах, сводится к сравнению на каждом n -м шаге наблюдений отношения

$$\sigma_2^{2*}(n)/\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n)) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{E_n} (\sum_{i=1}^n x_i s_i)^2 \right]} \quad (45)$$

с двумя порогами:

$$C_1(n) = \left[\frac{p_2 g_2(n)}{p_1 \varphi_1(n)} \sqrt{\frac{\Delta h^*(n)}{\pi}} \right]^{\frac{2}{n-2}}, \quad C_2(n) = \left[\frac{p_2 \varphi_2(n)}{p_1 g_1(n)} \sqrt{\frac{\Delta h^*(n)}{\pi}} \right]^{\frac{2}{n-2}}, \quad (46)$$

где $\Delta h^*(n) = \alpha_{\max}^2 E_n / 2\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n))$ - оценочное значение диапазона изменения отношения сигнал / шум, полученное на n -м шаге

наблюдений. Как показано в [1], эти пороги являются случайными за счет зависимости $\Delta h^*(n)$.

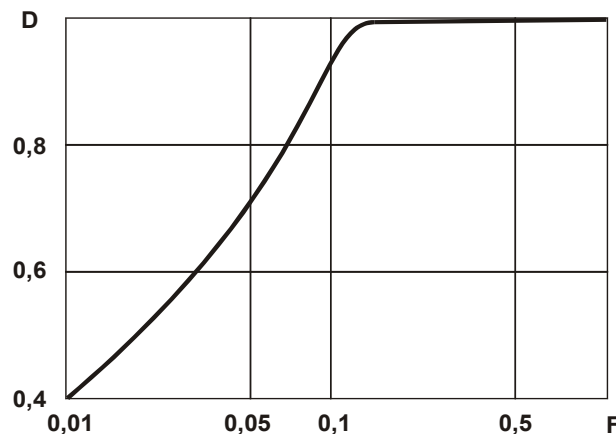


Рис. Характеристика обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой в шуме неизвестной интенсивности

Для нахождения рекуррентного решения о наличии утечки на n -м шаге адаптивного алгоритма обнаружения наблюдений в виде можно представить правило принятия

$$\ln \frac{\sigma_2^{2*}}{\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n))} \geq \frac{2}{n-2} \ln \left[\frac{g_{21} - g_{22} p_2}{g_{12} - g_{11} p_1} \sqrt{\frac{\Delta h^*(n)}{\pi}} \right] \quad (47)$$

Подставляя (45) в левую часть (47) и можно использовать неравенство $s_n^2 \ll E_{n-1}$, полагая, что при достаточно больших n получим

$$\ln \frac{\sigma_2^{2*}}{\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n))} \approx \ln \frac{\sigma_2^{2*}(n-1)}{\sigma_1^{2*}(n-1, \alpha^*(n-1))} + \ln \frac{1 + x_n^2 / (n-1) \sigma_2^{2*}(n-1)}{1 + (x_n - \alpha^*(n-1))^2 / (n-1) \sigma_1^{2*}(n-1, \alpha^*(n-1))}. \quad (48)$$

Эту формулу, согласно [1], нужно дополнить рекуррентными соотношениями для $\alpha^*(n)$, $\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n))$ и σ_1^{2*} , которые получа-

ются на основе (9) и (3). В том же приближении, что и (48), они имеют вид

$$\alpha^*(n) = \alpha^*(n-1) + \left(\frac{s_n}{E_n} \right) (x_n - \alpha^*(n-1) s_n),$$

$$\sigma_1^{2*}(n, \alpha^*(n)) \approx \sigma_1^{2*}(n-1, \alpha^*(n-1)) + [(x_n - \alpha^*(n-1) s_n)^2 - \sigma_1^{2*}(n-1, \alpha^*(n-1))] / n,$$

$$\sigma_2^{2*}(n) = \sigma_2^{2*}(n-1) + [x_n^2 - \sigma_2^{2*}(n-1)]/n. \quad (49)$$

Диагностике утечек в гидравлических системах посвящены работы [2, 3]. Рассмотренные задачи необходимо решать на основе применения математических моделей потокораспределения [4], полученных на основе энергетического эквивалентирования [5, 6]. Дополнительно при решении задач диагностики и при обработке численных данных, требуется рассмотреть задачи информационной безопасности [7, 8, 9, 10, 11].

Комплексно нужно также решать ряд вспомогательных задач, неизбежно возникающих в случае возникновения утечек и пожаров [12, 13]. Необходимо так же решать задачи обеспечения комплексной безопасности [14, 15]. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [16, 17].

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. 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.
4. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.
5. 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.
6. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния систем теплоснабжения / И.С. Квасов, С.А. Сазонова // В сборнике: Математическое моделирование информационных и технологических систем. - Воронеж, 2002. - С. 111-115.
7. Жидко, Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты // Е.А. Жидко. Воронеж.- 2016. - 123 с.
8. Попова, Л.Г. Информационный мониторинг безопасности и устойчивости развития организации в XXI веке / Л.Г. Попова, С.В. Барковская, Е.А. Жидко // Информация и безопасность. -2009. -Т. 12. № 4. - С. 497-518.
9. Жидко, Е.А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности / Е.А. Жидко // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.

15. 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.

16. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы сетевых объектов / С.А. Сазонова //

Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 1 (16). - С. 40-42.

17. 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.

УДК 533.93

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра прикладной математики и механики,
Канд. техн. наук, доцент О.А. Соколова
Россия, г. Воронеж, E-mail: sokolova203@mail.ru

Voronezh State Technical University,
Department of applied mathematics and mechanics
Ph. D. in Engineering, associate professor O.A. Sokolova
Russia, Voronezh, E-mail: sokolova203@mail.ru

О.А. Соколова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СВЧ-КАНАЛА СВЯЗИ ПРИ НАЛИЧИИ ПЛАЗМЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

Аннотация: Приводится математическая модель СВЧ - канала связи при наличии плазменных неоднородностей, позволяющая учесть влияние области каустической тени, образующейся за радиально неоднородным плазменным цилиндром со статистически изотропными квазиоднородными флуктуациями концентрации электронов по угловой координате на прохождение электромагнитной волны

Ключевые слова: область каустической тени, электромагнитная волна, флуктуация концентрации электронов

О.А. Sokolova

MATHEMATICAL MODEL OF MICROWAVE COMMUNICATION CHANNEL IN THE PRESENCE OF PLASMA INHOMOGENEITIES

Abstract: Presents a mathematical model of a microwave communication channel in the presence of plasma inhomogeneous, which allows to take into account the influence of the acoustic shadow formed behind a radially inhomogeneous plasma cylinder with statistically isotropic quasi-uniform fluctuations of the electron concentration along the angular coordinate on the passage of an electromagnetic wave is presented

Key words: caustic shadow region, electromagnetic wave, fluctuations of the electron concentration

В связи с проведением ряда экспериментов по активному воздействию на ионосферу, с борта ИСЗ создаются искусственные плазменные образования [1], за которыми образуется область каустической тени, влияющая на устойчивость работы каналов связи СВЧ - диапазона.

Математическая модель прохождения электромагнитной волны в область каустической тени актуальна для оптимального выбора местоположения приемно-передающих устройств.

В статье рассматривается задача о влиянии угловых флуктуаций концентрации электронов на интенсивность поля в области каустической тени, возникающей за ради-

ально неоднородным плазменным цилиндром.

Пусть имеется радиально неоднородный плазменный цилиндр, у которого диэлектрическая проницаемость имеет вид

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon}(r) + \varepsilon_1(r, \theta), \quad (1)$$

где среднее значение диэлектрической проницаемости $\bar{\varepsilon}(r)$ изменяется по закону

$$\bar{\varepsilon}(r) = \begin{cases} 1 - b^2 / r^2, & r < a \\ 1, & r \geq a \end{cases}, \quad a \gg b, \quad (2)$$

а флуктуационная составляющая

$$\varepsilon_1(r, \theta) = \frac{b^2 \varepsilon_1(\theta)}{r^2} \quad (3)$$

при этом функция корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости $\varepsilon_1(\theta)$ описывается выражением

$$B_{\varepsilon_1}(\theta_1, \theta_2) = \alpha^2 \exp\left\{-\frac{(\theta_1 - \theta_2)^2}{\rho_\theta^2}\right\}, \quad (4)$$

где ρ_θ - радиус корреляции по угловой координате, b - радиус плазменного образования по уровню критической концентрации электронов ($\bar{\varepsilon} = 0$), a - внешний радиус плазменного цилиндра, α - параметр, характеризующий интенсивность флуктуаций.

Будем полагать, что на плазменный цилиндр перпендикулярно его оси падает плоская волна, при этом выполняются неравенства $\alpha^2 \ll 1$, $kb \gg 1$, k - волновое число ($k = 2\pi/\lambda$), λ - длина волны в свободном пространстве, а точка наблюдения расположена в области каустической тени на расстоянии $r > b$ от оси цилиндра.

Для решения поставленной задачи, воспользуемся методом интерференционного интеграла лучевого типа [2]. В соответствии с этим методом рассеянное поле запишем в виде

$$U(\vec{r}) = \int A_0(\vec{r}, p) \exp[ik(L_0 + L_1)] dp. \quad (5)$$

$$L_0(\vec{r}, p) = \sqrt{a^2 - r_n^2} - r_n \left(\arccos \left| \frac{r_n}{a} \right| \pm \arccos \left| \frac{r_n}{r} \right| \right) + p(\theta - \varphi) - a \cdot \cos \varphi, \quad (10)$$

$$A_0(\vec{r}; p) = \sqrt{\frac{ik}{2\pi\sqrt{a^2 p^2}}} \left(\frac{a^2 - r_n^2}{r^2 - r_n^2} \right)^{1/4}, \quad (11)$$

где $p = a \cdot \sin \varphi$, r_n - точка поворота, $r_n^2 = p^2 + b^2$.

В выражении (5) функция $L_1(\vec{r}; p)$ является первым с учетом флуктуаций приближением для эйконала парциальной волны и может быть получена путем решения уравнения

$$\left(\frac{\partial L_0}{\partial r} \right) \left(\frac{\partial L_1}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \left(\frac{\partial L_0}{\partial \theta} \right) \left(\frac{\partial L_1}{\partial \theta} \right) = \frac{b^2 \varepsilon_1(\theta)}{2r^2}. \quad (12)$$

Здесь $L_0 = L_0(\vec{r}; p)$ - полный интеграл, определяемый из уравнения эйконала

$$\left(\frac{\partial L_0}{\partial r} \right)^2 + \frac{1}{r^2} \left(\frac{\partial L_0}{\partial \theta} \right)^2 = 1 - \frac{b^2}{r^2}, \quad (6)$$

и удовлетворяющий на поверхности цилиндра ($r = a$) граничным условиям

$$L_0|_{r=a} = -a \cdot \cos \varphi; \quad (7)$$

$$\frac{\partial L_0}{\partial p} \Big|_{r=a} = 0. \quad (8)$$

Здесь $\theta = \varphi$ - угловая координата точек поверхности цилиндра.

Входящая под знак интеграла (5) спектральная плотность $A_0(\vec{r}; p)$ определяется по формуле [2]

$$A_0(\vec{r}; p) = \sqrt{\frac{-ik}{2\pi\sqrt{\varepsilon(r)}}} \left(\frac{\partial^2 L_0}{\partial p^2} \right)^{1/2} \left| \frac{\partial}{\partial p} \nabla L_0 \right|^{1/2} \left| \frac{\partial}{\partial p} \nabla L_0 \right|_{r=a}^{-1/2} \quad (9)$$

Используя решение, полученное в работе [2], выражение для L_0 и A_0 можем записать

Используя для L_0 выражение (10), уравнение (12) можно привести к виду

$$-\frac{\sqrt{r^2 - r_n^2}}{r} \left(\frac{\partial L_1}{\partial r} \right) + \frac{p}{r^2} \left(\frac{\partial L_1}{\partial \theta} \right) = \frac{b^2 \varepsilon_1(\theta)}{2r^2}. \quad (13)$$

Решая его методом разделения переменных с учетом граничных условий

$$L_1|_{r=a} = 0, \quad (14)$$

$$\left(\frac{\partial L_1}{\partial p} \right) \Big|_{r=a} = 0, \quad (15)$$

можем записать

$$L_1(\vec{r}; p) = q(p) \left\{ \int_{r_n}^a + \int_{r_n}^r \right\} \frac{dr_1}{r_1 \sqrt{r_1^2 - r_n^2}} + \frac{b^2}{2p} \int_{\varphi(p)}^{\theta} \varepsilon_1(\theta_1) d\theta_1 - \frac{q(p)}{p} \int_{\varphi(p)}^{\theta} d\theta_1, \quad (16)$$

где

$$q(p) = \frac{b^2}{2} \varepsilon_1(\varphi(p)), \quad p = a \cdot \sin \varphi. \quad (17)$$

Рассматривая далее случай большой дисперсии фазы парциальных волн, из (5) можно получить выражение для определения интенсивности поля [2]

$$\langle |U|^2 \rangle = \frac{\sqrt{2\pi}}{k} \int_{-a}^a \frac{|A_0(p)|^2}{G(p)} \exp \left[-\frac{\left(\partial L_0 / \partial p \right)^2}{2G(p)} \right] dp, \quad (18)$$

$$G^2(p) = \left\langle \left(\frac{\partial L_1}{\partial p} \right)^2 \right\rangle$$

- квадрат дисперсии отклонений луча, вычисленный в первом приближении теории возмущений. Используя (16), выражение для $G^2(p)$ можно преобразовать к виду

$$\begin{aligned} G^2(p) = & \frac{\alpha^2 b^2}{4} \left[\frac{p}{r_n^3} \left(\frac{\pi}{2} + \arccos \frac{r_n}{r} \right) + \frac{p}{r_n^2 \sqrt{r^2 - r_n^2}} - \frac{\theta - \varphi}{p^2} \right]^2 + \\ & + \frac{b^4}{4p^4} \int_{\varphi(p)}^{\theta} \int_{\varphi(p)}^{\theta} B_{\varepsilon_1}(\theta_1, \theta_2) d\theta_1 d\theta_2 + \\ & + \frac{b^4}{2p^2} \left[\frac{p}{r_n^3} \left(\frac{\pi}{2} + \arccos \frac{r_n}{r} \right) + \frac{p}{r_n^2 \sqrt{r^2 - r_n^2}} - \frac{\theta - \varphi}{p^2} \right] \int_{\varphi(p)}^{\theta} B_{\varepsilon_1}(\theta_1, \varphi) d\theta_1, \end{aligned} \quad (19)$$

где функция корреляции флуктуаций диэлектрической проницаемости B_{ε_1} определяется формулой (4).

Учитывая большой параметр задачи

$$1/\rho_{\theta}^2 \gg 1,$$

после соответствующих преобразований получим

$$G^2(p) \approx \frac{\alpha^2 b^4}{4} \left[\frac{p}{r^3} \left(\pi - \arcsin \frac{r_n}{r} \right) + \frac{p}{r_n^2 \sqrt{r^2 - r_n^2}} - \frac{\theta - \varphi}{p^2} \right]^2. \quad (20)$$

Далее, учитывая, что амплитуда парциальных волн на участке интегрирования $r_n(p) > r$, т.е. при $|p| > \sqrt{r^2 - b^2}$ экспоненциально мала относительно амплитуды парциальных волн в области

интегрирования $r_n(p) \leq r$, т.е. при $|p| \leq \sqrt{r^2 - b^2}$, окончательное выражение для средней интенсивности поля в области тени можно привести к виду

$$\langle U^2 \rangle = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\sqrt{r^2 - b^2}}^{\sqrt{r^2 - b^2}} \frac{1}{G(p) \sqrt{r^2 - r_n^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\partial L_0 / \partial p}{G(p)} \right)^2 \right] dp, \quad (21)$$

где учтено, что $a \rightarrow \infty$ и соответственно

$$\frac{\partial L_0}{\partial p} = \theta - \frac{p}{r_n} \left[\pi - \arcsin \left(\frac{r_n}{r} \right) \right], \quad (22)$$

а функция $G(p)$ определена выражением (20).

Из формул (20), (21) видно, что средняя интенсивность поля не зависит в первом приближении от радиуса корреляции по угловой координате, а является функцией интенсивности флуктуационного процесса.

Уже в ближней зоне области тени ($r/b \leq 10$) интенсивность поля резко возрастает и имеет место эффект насыщения интенсивности поля, причем с увеличением интенсивности флуктуаций концентрации электронов этот эффект проявляется уже на расстояниях, приближающихся к области с критической концентрации электронов, что объясняется явлением образования микролучевости. Процесс засветки области тени в значительной степени зависит от интенсивности

флуктуаций. С уменьшением угла θ , то есть при выходе из области тени ослабление средней интенсивности поля уменьшается, а интенсивность поля на каустике и в ее окрестности практически совпадают.

Полученные результаты позволяют учесть влияние угловых флуктуаций концентрации электронов в радиально неоднородном плазменном образовании на процесс засветки области каустической тени и путем оптимизации места расположения приемно-передающих устройств на борту ИСЗ устранить нарушения в работе канала связи.

Библиографический список

1. Сагдеев Р.З. Активные эксперименты в космосе / Сагдеев Р.З., Жулин И.А. Вестник АН СССР, 1975. – Вып.12. – С. 84-91.
2. Авдеев В.Б. Метод интерференционных интегралов / Авдеев В.Б., Демин А.В., Кравцов Ю.А., Тинин М.В., Ярыгин А.П. Изв. вузов. Радиофизика, 1988. – Т.31. - №11. – С. 1279-1295.

УДК 519.83

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра прикладной математики и механики,
Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев,
Магистрант А.А. Сысоева
Россия, г. Воронеж, E-mail: Nastenska.sh1994@gmail.ru

Voronezh State Technical University,
Department of applied mathematics and mechanics,
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V.Sysoev,
Master's degree student A.A. Sysoeva
Russia, Voronezh, E-mail: Nastenska.sh1994@gmail.ru

А.А. Сысоева, Д.В. Сысоев

СВЕДЕНИЕ МАТРИЧНОЙ ИГРЫ К ЗАДАЧЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация: в статье рассматриваются такие понятия, как теория игр и линейное программирование. А также возможность сведения какой-либо матричной игры к задаче линейного программирования

Ключевые слова: теория игр, матрицы, линейное программирование

A.A. Sysoeva, D.V. Sysoev

THE MIXING MATRIX GAME TO A LINEAR PROGRAMMING PROBLEM

Abstract: the article deals with such concepts as game theory and linear programming. As well as the ability to reduce any matrix game to the problem of linear programming

Keywords: game theory, matrices, linear programming

Теорией игр называют математическую модель принятия оптимальных реше-

ний в условиях какого-либо конфликта. При этом конфликтом является любое разногласие.

Всякая игровая модель должна содер-

жать в себе стороны конфликта и их заинтересованность в исходе. Такие стороны называются «игроками», а принимаемые решения – «стратегиями».

Содержание математической теории игр состоит в:

- установление принципов оптимального поведения всех игроков
- доказательстве существования возникшей ситуации
- разработке методов фактического нахождения вышеуказанных ситуаций.

При рассмотрении игр с одной коалицией действия многообразие всех ситуаций можно принимать за множество стратегий этой коалиции действия. Такие игры называются, соответственно, нестратегическими. К примеру такой игры, можно отнести игру с природой. Она применяется для анализа экономических ситуаций и выбора наиболее предпочтительных альтернатив.

Все остальные игры с двумя или более коалициями называются стратегическими. К ним относится необходимость согласования действий компаний в том случае, когда интересы участников не совпадают. Теория игр позволяет найти оптимальное решение, устраивающее всех участников конфликта.

Матричная игра, размером $m \times n$ игра двух игроков. При этом у каждого игрока в запасе конечное число шагов (чистых стратегий). Выигрыш одного игрока, и, соответственно, проигрыш второго выражается числом. В формуле 1 указанные стратегии записываются в матрицу:

$$H = \|a_{ij}\|, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

a_{ij} - выигрыш первого игрока и проигрыш второго. Первый игрок будет игрок «А», второй, соответственно - «В»; i, j - чистые стратегии.

Задача теории игр состоит в определении оптимальных стратегий. Оптимальной стратегией для игрока «А» является стратегия, обеспечивающая максимально возможный средний выигрыш. Для игрока «В» - минимальный средний проигрыш. При этом,

полагается, что игрок «В» не поддается.

Решение игры. При решении выше поставленной игры принято руководствоваться следующим алгоритмом:

1. Исключить из матрицы заведомо невыгодные стратегии. Для игрока «А» такими являются строки с наименьшими элементами в сравнении с другими. Для игрока «В» соответственно наоборот;

2. Определить верхнюю и нижнюю цену игры, проверить наличие седловой точки. если таковая имеется, то, соответствующие ей стратегии, будут оптимальными;

3. Иначе, решение будет найдено с смешанных стратегиях.

Линейное программирование. Задачей оптимизации называется задача, состоящая в нахождении оптимального значения целевой функции. В общем виде задачу можно записать следующим образом:

$$U = f(X) \rightarrow \max; X \in W \quad (2)$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$; W - область допустимых значений переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$; $f(X)$ - целевая функция.

Для решения задачи оптимизации достаточно указать такое $X_0 \in W$, что $f(X_0) \geq f(X)$ для любого $X \in W$. Для случая минимизации наоборот.

Задачу оптимизации следует считать неразрешенной, если у нее отсутствует оптимальное решение. Так, например, задача максимизации неразрешима, если $f(X)$ не ограничена сверху на допустимом множестве.

Задача линейного программирования. Модель задачи линейного программирования имеет следующий вид:

$$f(X) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min); \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i \in I, I \subseteq M = \{1, 2, \dots, m\}; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j \quad i \in M; \quad (5)$$

$$x_j \geq 0 \quad j \in J \quad J \subseteq N = \{1, 2, \dots, n\}; \quad (6)$$

Система линейных уравнений и неравенств, определяющая допустимое множество решений задачи W , является системой ограничений задачи линейного программирования, а функция $f(X)$ - целевой функцией.

Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Дана матрица H . Предположим, что она не содержит седловой точки. Это значит, что решение игры представлено в смешанных стратегиях.

Соотношениям отыскания α и β ставятся в соответствие эквивалентные задачи:

$$\max\{\alpha : M(x; y(j)) = \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \geq \alpha, j = \overline{1, n}; x_i \geq 0, i = \overline{1, m}; \sum_{i=1}^m x_i = 1\}; \quad (10)$$

$$\min\{\beta : M(x(i); y) = \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq \beta, i = \overline{1, m}; y_j \geq 0, j = \overline{1, n}; \sum_{j=1}^n y_j = 1\}; \quad (11)$$

Очевидно, что задачи (10) и (11) двойственные, следовательно их оптимальные значения должны совпадать, а именно: $\alpha_{opt} = \beta_{opt} = V$, где V - цена игры.

Предположим, что $t_i = x_i/V$ и $T = 1/V$ - для задачи (10) и $U_j = y_j/V$ $Z = 1/V$ - для задачи (11) соответственно. Тогда для того, чтобы найти оптимальную стратегию игрока «А», необходимо решить следующую задачу линейного программирования, а именно минимизировать линейную функцию:

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_m; \quad (12)$$

При следующих условиях:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} t_i \geq 1, j = \overline{1, n}, t_i \geq 0, i = \overline{1, m}; \quad (13)$$

Для игрока «В» отыскание его стратегии приводит к решению задачи вида:

$$Z = u_1 + u_2 + \dots + u_n \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \max\{\alpha : M(x; y) \geq \alpha\}, \\ \min\{\beta : M(x; y) \leq \beta\}; \end{aligned} \quad (7)$$

$M(X; Y) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i y_j$ - математическое ожидание выигрыша игрока «А».

Тогда для любой чистой стратегии игрока «В» верно:

$$M(x; y(j)) = \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i; \quad (8)$$

а, в свою очередь, для игрока «А»:

$$M(x(i); y) = \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j; \quad (9)$$

Таким образом, (7) – (9) можно записать в форме задач линейного программирования:

При следующих условиях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} u_j \geq 1, i = \overline{1, m}, u_j \geq 0, j = \overline{1, n}; \quad (15)$$

Учитывая теорему теории двойственности, задачи (12) – (15) имеют конечное решение и $T_{\min} = Z_{\max}$.

Применяя выше описанный математический аппарат двойственной задачи линейного программирования, в данной статье рассмотрим пример выбора оптимального ассортимента и объема продукции ткацкой фабрики. Предположим, что данная фабрика сосредоточена на выпуске платьев, шляпок и ветровок. Реализация товара происходит через фирменный магазин.

Предположим, что за последние 10 лет фабрика в условиях теплой погоды может реализовать 600 платьев, 2000 шляпок и 300 ветровок, в прохладную погоду – 1000 платьев, 500 шляпок и, соответственно, 800 ветровок. В обычную же погоду получается 800 платьев, 1100 шляпок и 600 ветровок. Затра-

ты на единицу продукции составили соответственно 30 у.е., 10 у.е., 15 у.е. Цена реализации получилась: 50 у.е., 20 у.е. и 28 у.е..

Задача состоит в максимизации средней прибыли от продажи товаров, учитывая погодные условия.

Данная задача сводится к задаче об игре с природой, в которой только один созна-

тельный игрок – фирма (игрок «А»). природа же является игроком «В» и выступает как случайно выбирающий ходы партнер. Первым шагом необходимо построить платежную матрицу. Для этого определим чистые стратегии каждого из игроков. Они представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1.
Стратегии игроков

Стратегии фирмы	Стратегии природы
Φ_1 – с теплой погодой;	Π_1 – обычная;
Φ_2 – с прохладной погодой;	Π_2 – прохладная;
Φ_3 – с обычной.	Π_3 – теплая.

При выборе предприятием стратегии Φ_1 со стратегией природы Π_1 доход составит:
 $(50 - 30)600 + (20 - 10)1100 + (28 - 15)300 - (20 - 10)(2000 - 1000) = 17900 \text{ ден.ед.},$

Π_2 : $20 \times 600 + 10 \times 500 + 13 \times 300 - 10(2000 - 500) = 5900 \text{ ден.ед.},$

Π_3 : $20 \times 600 + 10 \times 2000 + 13 \times 300 = 35900 \text{ ден.ед.}$

При выборе предприятием стратегии Φ_2 со стратегией природы Π_1 доход составит:
 $20 \times 800 + 10 \times 500 + 13 \times 600 - 20(1000 - 600) - 13(800 - 600) = 22000 \text{ ден.ед.},$

Π_2 : $20 \times 1000 + 10 \times 500 + 13 \times 800 = 35400 \text{ ден.ед.},$

Π_3 : $20 \times 600 + 10 \times 500 + 13 \times 300 - 20(1000 - 600) - 13(800 - 300) = 6400 \text{ ден.ед.}$

При выборе предприятием стратегии Φ_3 со стратегией природы Π_1 доход составит:
 $20 \times 800 + 10 \times 1000 + 13 \times 600 = 34800 \text{ ден.ед.},$

Π_2 : $20 \times 800 + 10 \times 500 + 13 \times 600 - 10(1100 - 500) = 22800 \text{ ден.ед.},$

Π_3 : $20 \times 600 + 10 \times 1100 + 13 \times 300 - 20(800 - 600) - 13(600 - 300) = 16000 \text{ ден.ед.}$

Исходя из полученных результатов, и можно построить следующую матрицу:

$$E = \begin{bmatrix} 17900 & 5900 & 35900 \\ 22000 & 35400 & 6400 \\ 34800 & 22800 & 16000 \end{bmatrix} \quad (16)$$

Плательщиком в данном случае выступает сама фирма. Получая при этом некую прибыль. Для матрицы (16) исходя из общей постановки задачи можно получить следующую пару двойственных задач:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 \quad (17)$$

с ограничениями:

$$\begin{cases} 17900t_1 + 22000t_2 + 34800t_3 \geq 1, \\ 5900t_1 + 35400t_2 + 22800t_3 \geq 1, \\ 35900t_1 + 6400t_2 + 16000t_3 \geq 1, \\ t_i \geq 0, i = 1, 2, 3. \end{cases} \quad (18)$$

$$Z = u_1 + u_2 + u_3 \quad (19)$$

с ограничениями:

$$\begin{cases} 17900u_1 + 5900u_2 + 35900u_3 + u_4 = 1, \\ 22000u_1 + 35400u_2 + 6400u_3 + u_5 = 1, \\ 34800u_1 + 22800u_2 + 16000u_3 + u_6 = 1, \\ -u_1 - u_2 - u_3 + z = 0. \end{cases} \quad (20)$$

Для определения оптимальной стратегии необходимо решить задачу линейного программирования: найти минимум (максимум) функций (17) и (19) соответственно.

Решать систему можно любым удобным способом. В результате получается оптимальное решение, которое можно записать в виде симплекс – таблицы:

Таблица 2
Симплекс - таблица

С.П. Б.П.	U_6	U_5	U_4	1
U_3	$-\frac{17587661581}{679081024890800}$	$\frac{14703}{1410461980}$	$\frac{45973049029}{509289611738400}$	$\frac{43237368013}{2037243074672400}$
U_2	$-\frac{489549}{14104619800}$	$\frac{2094351}{42313859400}$	$\frac{35148}{5289232245}$	$\frac{113361}{5289232425}$
U_1	$\frac{123406727061}{1772401474964988}$	$-\frac{524987}{14104619800}$	$-\frac{44031632299}{2037158446953600}$	$\frac{32266536049}{8076781399859952}$

Для решения прямой задачи, установим соответствие переменных двойственных задач:

С.П.	Б.П.
$u_1 \ u_2 \ u_3$	$u_4 \ u_5 \ u_6$
$t_4 \ t_5 \ t_6$	$t_1 \ t_2 \ t_3$

Теперь запишем таблицу 2 в более удобном виде:

Таблица 3
Транспортированная симплекс - таблица

С.П. Б.П.	t_6	t_5	t_4	1
t_3	$0,259 \times 10^{-4}$	$0,347 \times 10^{-4}$	$-0,697 \times 10^{-4}$	$0,028 \times 10^{-4}$
t_2	$-0,104 \times 10^{-4}$	$-0,495 \times 10^{-4}$	$0,372 \times 10^{-4}$	$0,227 \times 10^{-4}$
t_1	$-0,903 \times 10^{-4}$	$-0,066 \times 10^{-4}$	$0,216 \times 10^{-4}$	$0,225 \times 10^{-4}$
T	$-0,217 \times 10^{-4}$	$-0,221 \times 10^{-4}$	$-0,041 \times 10^{-4}$	$0,408 \times 10^{-4}$

Из таблицы 3 легко получить оптимальное решение. Так как $T = \frac{1}{V} = 0,48 \times 10^{-4}$, следовательно, цена игры будет равняться $V = 0,469$. $x_1 = 0,469$ легко получается из $t_1 = \frac{x_1}{V} = 0,225 \times 10^{-4}$. Аналогично получается x_2 и x_3 .

Таким образом, при производстве 801 платья, 1239 шляпок и 554 ветровок будет иметь самую большую прибыль. Ее среднее значение будет равно 20833 у.е.

Несмотря на всю простоту решения, данный метод имеет один существенный недостаток. заключается он в большом объеме вычислительных операций, что легко устраняется с применением ЭВМ.

Вывод. Приложение теории игр осуществимо во всех областях человеческой жизни

и не деятельности, где присутствуют конфликты в той или иной степени. Практическое же составление теоретико-игровых моделей часто затруднительно, так как выявление между ситуациями не всегда имеет объективные основания и связано с общей проблемой измерений величин в экономике, психологии и т.д. Вместе с тем качественные выводы, даваемые теорией игр, на основе использования приближенных или условных данных могут принести большую пользу.

Библиографический список

1. Е. В. Бережная, В. И. Бережной. Математические методы моделирование экономических систем: Учеб. пособие. – 2-е изд.; перераб. доп. – М. : Финансы и статистика 2008. – 232 С. : ил.
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов.

Изд. 5-е, «Высш. школа», 1977.

3. Сысоева А. А., Разработка Web – ориентированной интеллектуальной системы выбора продукта / Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2018. – Выпуск №1 (11). – С. 74 - 76.

4. 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:629.5:519.7

*Керченский государственный морской технологический университет, кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства,
Д-р техн. наук, профессор В.А. Доровской, E-mail: dora1943@mail.ru
Аспирант П.А. Ерофеев, E-mail: pavel.erofeev.95@mail.ru
Аспирант А.В. Дегтярев, E-mail: degtyrev@kgmtu.ru
Аспирант Р.Ф. Абдурахманов
Россия, г. Керчь*

*Kerch State Maritime Technological University, Department of Electrical Equipment of Ships and Industrial Automation
Dr.Tech.Sc., professor V.A. Dorovskoi, E-mail: dora1943@mail.ru
Postgraduate student P. Yerofeev, E-mail: pavel.erofeev.95@mail.ru
Postgraduate student A. Degtyarev, E-mail: degtyrev@kgmtu.ru
Postgraduate student R. Abdurahmanov
Russia, Kerch*

В.А. Доровской, П.А. Ерофеев, А.В. Дегтярев, Р.Ф. Абдурахманов

КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НЕЧЕТКОСТИ В ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ МОРСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СУДНА

Аннотация: Принятие решений, направленное на процесс диагностики морского оборудования, связано, прежде всего, с обработкой информации, доступной для анализа при решении задач данной сферы. В этой связи принятое решение выступает в качестве управляющего воздействия на анализируемый объект. В качестве объекта воздействия выступают нечеткие системы принятия решений лицом принимающим решение (ЛПР), сетевого оборудование судна, знания ЛПР. Диагностика системы, как комплексное свойство, включает в себя следующие свойства: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность. Рассматривается оценка двух свойств диагностики: безотказность (свойство системы непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени) и ремонтпригодность (приспособленность системы к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта)

Ключевые слова: процесс нечеткости, оперативная диагностика, лицо принимающее решение, морское оборудование судна, модель процесса

V. Dorovskoy, P. Yerofeev, A. Degtyarev, R. Abdurahmanov

COGNITIVE MODEL OF FUZZY PROCESS IN OPERATIONAL DIAGNOSIS OF MARITIME EQUIPMENT SHIP

Abstract: The decision-making, directed on the process of diagnostics of the marine equipment, is connected, first of all, with processing of the information accessible for the analysis at the decision of problems of the given sphere. In this regard, the decision is to act as a controlling influence on the object being analyzed. The object of influence is fuzzy decision-making systems by the decision-maker (DM), network equipment of the vessel, knowledge of DM. System diagnostics, as a complex property, includes the following properties: Reliability, maintainability, persistence and durability. The evaluation of two diagnostic properties is considered: failure (System property to continuously maintain a healthy state for some time) and maintainability (adaptability of the system to maintenance and recovery Condition through maintenance and repair)

Keywords: fuzziness process, operational diagnostics, decision maker, marine equipment, process model

Введение. Принятие решений, направленное на процесс диагностики морского оборудования, связано, прежде всего, с обра-

боткой информации, доступной для анализа при решении задач данной сферы. В этой связи принятое решение выступает в качестве управляющего воздействия на анализируемый объект. В качестве объекта воздействия выступают нечеткие системы принятия

© Доровской В.А., Ерофеев П.А., Дегтярев А.В., Абдурахманов Р.Ф., 2018

решений лицом принимающим решение (ЛПР), сетевого оборудование судна, знания ЛПР.

1 Анализ исследований в области процессов нечеткости в оперативной диагностике морского оборудования судна (ОДМОС).

Диагностика системы, как комплексное свойство, включает в себя следующие свойства: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность. Остановимся на оценке двух свойств диагностики: безотказность (свойство системы непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени) и ремонтпригодность (приспособленность системы к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта). Введем ряд определений, характеризующих диагностику работы автоматизированной распределенной информационной системы в целом. Вероятность безотказной работы $P(t)$ – вероятность того, что система будет работоспособна в течение заданного времени работы при заданных условиях эксплуатации. Вероятность безотказной работы – это характеристика безотказности системы. Данный показатель будем применять для оценки безотказности системы во время проведения избирательных кампаний как отрезка времени, когда она используется по своему основному назначению. Коэффициент готовности K_r – вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени. Это комплексная характеристика безотказности и ремонтпригодности системы, которая характеризуется показателями ремонтпригодности: T_o – среднее время наработки на отказ и T_v – среднее время восстановления после отказа. Поскольку времени на ремонт отказавших элементов системы во время проведения избирательных кампаний нет, то этот показатель оценивает вероятность работоспособности Системы в произвольный момент времени, не ограниченный только временем проведения выборов. Коэффициент оперативной го-

товности $K_{o.r.}(t)$ – вероятность того, что система окажется работоспособной в произвольный момент времени, и, начиная с этого момента, будет работоспособной еще в течение заданного времени. $K_{o.r.}(t) = K_r P(t)$. Это также комплексная характеристика безотказности и ремонтпригодности системы. В нашем случае $K_{o.r.}(t)$ характеризует вероятность выполнения Системой своей основной задачи.

Эти разработки сталкиваются с неопределенностью в области принятия решений по ОДМОС. Достижение целей и принятие обоснованных решений по ОДМОС опираются на всесторонний анализ внешних и внутренних факторов, определяющих состояние анализируемого объекта и перспективу его развития.

В литературе описаны самые разные классы нечетких мер, имеющих разные свойства [1-3]. На рис. 1 приведена диаграмма, изображающая отношение включения для некоторых мер [3,4].

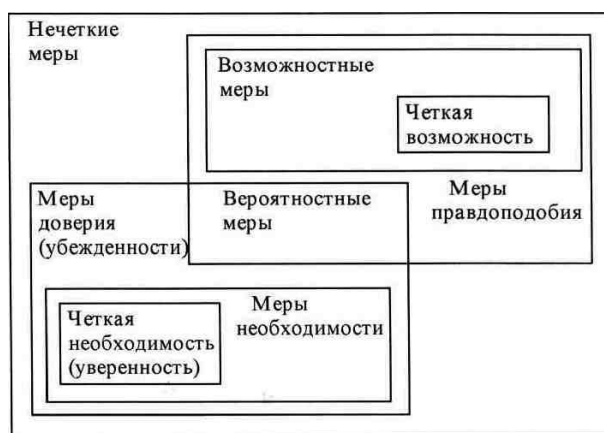


Рис. 1 - Соотношения между нечеткими мерами

Так, например, класс вероятностных мер входит в класс мер правдоподобия и в класс мер доверия, но не пересекается с классами мер возможности или необходимости. Информатизация данных аспектов на сегодня ведется секторальным методом, где каждый модуль направлен на решение определенной задачи, а целостное представление состояния процесса находится у ЛПР.

Постановка проблемы исследований.

Решение данных задач невозможно без опоры на новые формы, модели, методы и способы принятия решений и формирования управления, широко использующие достижения автоматизации процессов управления, т. е. использующие современные компьютерные автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР).

2.Целью проведения исследований

это повышение эффективности управленческой деятельности ЛПР, оперативности, полноты и обоснованности принимаемых решений ЛПР по ОДМОС. Средствами реализации этой цели являлась разработка математической модели оптимизации нечетких процессов (НП) для принятия решений по ОДМОС.

3.Материалы и методы исследований. реализованные для достижения цели работы, основаны на развитии существующих методов и подходов, а также создании новых, адекватных рассматриваемым процессам, происходящим в решаемых задачах. Исследования осуществлялись с использованием методов системного анализа (методология мягких систем, структурная и функциональная декомпозиция системы, функционально-структурный анализ, методы имитационного моделирования), методов искусственного интеллекта: теории искусственных нейронных сетей, теории нечетких множеств и нечеткой логики. Сравнительная оценка полученных результатов выполнялась с использованием статистических методов прогнозирования временных рядов (метода нелинейной регрессии).

4.Результаты исследований.

4.1.Математическая постановка задачи.

Задачи, возникающие в процессе принятия решений ОДМОС, носят аналитический характер и направлены на получение оценок ситуаций, планов, проектов и т. д., а также на выработку методов по проведению управляющих мероприятий. Обеспечение оптимизации, обоснованности и оперативности принимаемых решений на основе данной математической модели рассматривается в

качестве главного результата, цели функционирования автоматизированной системы принятия решений ОДМОС. Исходя из этого, программный комплекс и технология его использования для решения задач поддержки принятия решений будем рассматривать как некоторую функциональную систему, направленную на получение поставленного результата.

Рассмотрим задачу оптимизации, когда модель процессов нечеткости (ПН), происходящих в процессе ОДМОС на пространстве Ω описывается нечетко - дифференциальным уравнением вида:

$$fd\mu(\omega) = [h(\omega, u, t) \wedge \bar{c}(\omega, u, t)] df_{\tau}^u(\omega), \quad (1)$$

- где $c(\omega, u, t) = c(u, t)$, $\forall \omega \in \Omega$ - нечеткая функция управления, заданная на пространстве U - значений управляющего воздействия $u \in U$; $h(\omega, u, t)$ - оператор управляемой нечеткой динамической системы (НДС), $f_{\tau}^u(\omega)$ - ПН на Ω , определяющий нечеткость процесса по времени для управляемой НДС.

Будем считать, что эффективность управления НДС определяется по множеству критериев $\Theta\{v\}$, на котором задана нечеткая мера важности этих критериев $g_{\Theta}(\cdot): 2^{\Theta} \rightarrow [0,1]$. В общем случае, потери по каждому из показателей $v \in \Theta$ зависят от выбора управления $u \in U$, в конкретный момент времени в конкретном состоянии НДС. Обозначим через функцию $l(v, u): \Theta \times U \rightarrow [0,1]$ потери по показателям $v \in \Theta$ при выборе управления $u \in U$.

В общем случае управление $u \in U$ определяем в виде функции $u(t, \omega)$. Нечеткое отношение $l(\omega, u)$ понимаем как распределение меры возможности потерь по $v \in \Theta$ при выборе управления $u \in U$. Для меры возможности дополнение:

$$l'(v, u) = 1 - l(v, u), \quad (2)$$

будем определять меру выгодности выбора управления $u \in U$ для критерия $v \in \Theta$. Согласно свойствам распределения меры возможности, максимально возможная выгода по критерию $v \in \Theta$ при выборе управления из подмножества $E \subseteq U$ определяем соотношением:

$$j = \max_{u \in E} [1 - l(v, u)]. \quad (3)$$

В соответствии с этим минимально возможные потери ν вычисляем по выражению:

$$\nu = 1 - j = 1 - \max_{u \in E} [1 - l(v, u)] = 1 - \max_{u \in E} [X_E(v, u) \wedge (1 - l(v, u))], \quad (4)$$

- где $\forall v, \bar{X}_E(v, u) = X_E(u)$ - характеристическая функция множества $E \subseteq U$. Минимально возможные потери при выборе управления из нечеткого подмножества $\varphi(u) : U \rightarrow [0, 1]$, определяем соотношением:

$$\nu(v) = 1 - \max_{u \in E} [\varphi(u) \wedge (1 - l(v, u))]. \quad (5)$$

В основу формирования управляющих воздействий для НДС вкладываем принцип оптимальности, который кратко формируется в виде: следует искать всегда оптимальное продолжение процесса относительно того состояния, которое достигнуто в данный момент. НДС (1) будем рассматривать на некотором нечетком интервале времени $T(t) : T \rightarrow [0, 1]$. Так как функция $l'(v, u)$ определяет выигрыш по критерию $v \in \Theta$, то по всем критериям выигрыш будет определяться зависимостью:

$$l'_\Theta(u) = \int_{\Theta} l'(v, u) \circ g_\Theta(\cdot), \quad (6)$$

в текущий момент времени. Исходя из (6) и нечетко-интегрального управления для предоставления НП

$\mu_{i+1}(\omega) = \int_{\Omega} h(\omega, \omega) \circ \tilde{g}(\mu_i(\omega))$ интегральный выигрыш будет определяться функционалом:

$$J = \int_T l'_\Theta(u) \circ \int_{\Psi_1(\cdot|\omega)} f_{T(\omega)} \circ g(\cdot), \quad (7)$$

где $g(\cdot) : 2^\Omega \rightarrow [0, 1]$, $f_T : \Omega \rightarrow [0, 1]$ - НП на Ω ,

задающий временную переменную НДС.

Таким образом, для объекта (1) была рассмотрена задача формирования оптимального, в смысле максимизации функционала (7), управления в соответствии с принятым принципом оптимальности Беллмана.

4.2. Исследования оптимизационной модели процессов нечеткости принятия решений ОДМОС.

Продолжая исследования ОДМОС, рассмотрим проблемный для оптимизации вопрос принятия многокритериальных решений с нечеткими целями. Анализ исследования по данной задаче показывает, что методы принятия решений во многом определяются спецификой задач и способом их формализации. Опыт авторов [5,6-9] показал малую пригодность ранее применяемых методов принятия решений лицом принимающим решение (ЛПР) в современных условиях функционирования МО.

Существующие модели для решения многокритериальных задач в разной степени способствуют выполнению требований адаптации выбранной стратегии в отношении условий задания предпочтений на множестве целевых функций. В этом случае, наиболее перспективными являются те из них, которые основываются на интерактивных процедурах, по которым на каждом шаге выполнения лицом принимающее решение (ЛПР) может изменить вектор предпочтений. Модель, в основе которого заложена идея сужения области Парето – оптимальных решений, позволяет на каждом шаге углубиться в эту область, выполняя при этом требования

адаптации.

Формально многокритериальная задача принятия решений с нечеткими целями может быть описана следующими элементами [6, 9-11]:

- множеством допустимых альтернатив $X \subset R^n$ с элементами x ;
- множеством всех возможных результатов, оценок альтернатив $X \subset R^m$;
- функцией критерия $f(\cdot) \rightarrow Y$, устанавливающей связь между альтернативами и их оценками:

$$f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x)),$$

$$f_i(\cdot) : X \rightarrow R^1, i = 1, 2, \dots, m;$$

- функциями принадлежности

$$\mu_{c_i} : R^1 \rightarrow I, i = 1, 2, \dots, m,$$

где I - единичный отрезок числовой прямой, которая характеризует предпочтения ЛПР.

Согласно [7, 8] под оптимальным решением задачи принятия решения с нечеткими целями понимается альтернатива

$$x^* \in X : x^* = \arg \max \mu_D(x), \quad (8)$$

где функция принадлежности $\mu_D(x)$ определяется формулой:

$$\mu_D(x) = \bigwedge_{i=1}^m \mu_{c_i}(f_i(x)), \quad (9)$$

или

$$\mu_D(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \mu_{c_i}(f_i(x)), \lambda_i > 0, \sum \lambda_i = 1. \quad (10)$$

В формуле (10) числа λ_i играют роль коэффициентов относительной важности целей. В дальнейшем под функциями будем понимать сужение этих функций на множестве $\overline{\sup C_i}$, то есть

$$\mu_{U_i}(x) = \sup_{\alpha} (\mu_{A_i}(\alpha_i) \wedge \mu_{c_i}(f_i(x, \alpha_i))). \quad (15)$$

С учетом нечеткости начальных данных функция принадлежности $\mu_D(x)$ определяется

$$\mu_{c_i} = \mu_{c_i} \big|_{\overline{\sup C_i}}, \quad (11)$$

где $\overline{\sup C_i}$ есть замыкание множества $\sup C_i = \{f_i(x) \in R^1 | \mu_{c_i}(f_i(x)) > 0\}$.

Предположим, что множество $\sup C_i$ есть связанное множество в R^1 , то есть замкнутый интервал $[r_i, R_i]$. При этом предположении условие (11) эквивалентная следующей системе неравенств:

$$r_i \leq f_i(x) \leq R_i, i = 1, 2, \dots, m. \quad (12)$$

Таким образом, поиск альтернативы, которая удовлетворяет условия (8) эквивалентный решению задачи математического программирования:

$$\mu_D(x) \rightarrow \max, \quad (13)$$

$$r_i \leq f_i(x) \leq R_i, x \in X. \quad (14)$$

Так как основным представителем задач принятия решений, в условиях неопределенности начальных данных, являются задачи линейного программирования, то мы ограничимся рассмотрением случая, когда функции $f_i(x)$ линейные:

$$f_i(x) = \sum_{j=1}^n x_j \alpha_{ij}.$$

Пусть коэффициенты линейных функций характеризуются функциями принадлежности $\mu_{A_i}(\alpha_i) : R^n \rightarrow I$.

Пользуясь понятием условного нечеткого множества, определим нечеткое множество $U_i \subset R^n$ с функцией принадлежности

$$\mu_D(x) = \bigwedge_{i=1}^m \mu_{U_i}(x), \quad (16)$$

или

$$\mu_D(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \mu_{U_i}(x). \quad (17)$$

Рассмотрим задачу (13), для случая, когда коэффициенты линейных функций с невзаимодействующими нечеткими множествами. При этом условные функции принадлежности $\mu_{A_i}(\alpha_i)$ допускают представления

$$\mu_{A_i}(\alpha_i) = \bigwedge_{j=1}^m \mu_{A_{ij}}(\alpha_{ij}), \quad (18)$$

где $\mu_{A_i}(\alpha_{ij})$ - функция принадлежности вида $\mu_{A_{ij}}: R^1 \rightarrow I$.

Пусть кроме этого, при $i \in [1:m]$, $j \in [1:n]$,

$$\mu_{A_{ij}}(\alpha_{ij}) = \begin{cases} 1, & \alpha_{ij} \in [\underline{\alpha}_{ij}, \bar{\alpha}_{ij}] \\ 0, & \alpha_{ij} \notin [\underline{\alpha}_{ij}, \bar{\alpha}_{ij}] \end{cases} \quad (19)$$

При этих ограничениях формула (15) принимает вид

$$\mu_{U_i} = \sup_{\underline{\alpha}_i \leq \alpha_i \leq \bar{\alpha}_i} \mu_{C_i}(f_i(x, \alpha_i)) \quad (20)$$

Введем множество $K_j \subset R^m$:

$$K_j = \{\alpha_i \in R^m \mid \underline{\alpha}_{ij} \leq \alpha_{ij} \leq \bar{\alpha}_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\}. \quad (21)$$

Через нечеткость коэффициентов линейных функций система ограничений может быть описана в виде

$$x_1 K_1 + x_2 K_2 + \dots + x_n K_n \subseteq K(r, R), \quad (22)$$

где $K(r, R) = \{y \in R^m \mid r \leq y \leq R\}$.

При $x \geq 0$ задача математического программирования эквивалентна задаче (13).

$$\mu_D(x) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 K_1 + x_2 K_2 + \dots + x_n K_n \subseteq K(r, R) \\ x \in X, \quad x \geq 0 \end{cases} \quad (23)$$

Выработку управленческих решений целесообразно проводить в пределах диалоговой системы. Ценность информации является характеристикой для принятия управленческого решения и может быть выражена через прирост вероятности оптимального решения. Если к получению информации вероятность оптимального решения была равная P_0 , а позже стала P_1 , то ценность

$$V = \log_2 P_1 - \log_2 P_0. \quad (24)$$

Методы управления морскими технологическими комплексами оборудования при создании локальных систем управления должны учитывать информационные связи между отдельными подсистемами этого морского технологического комплекса. Для вычисления оценки экономической эффективности принятия решений используем выражение для определения среднего геометрического

$$U_y = \sqrt[3]{U_t U_x U_\varphi}, \quad U_t \neq 0, U_x \neq 0, U_\varphi \neq 0 \quad (25)$$

где U_y - оценка управляющего решения; U_t - комплексная оценка эффективности труда (соотношения достигнутой эффективности работы к базисной); U_x - хозяйственный эффект (отношения достигнутой величины дохода к базисной); U_φ - экономичность (отношения отдачи затрат на управление к базисной).

Для систем управления МО [5] общие закономерности принятия решений можно сформулировать в виде функционального принципа теории принятия решений – принципа последовательного решения неопределенности. Данный принцип характеризует движение от общего представления о цели, характере деятельности, требованию функционирования и развития управляющей системы о показателях ее рациональной работы

как целостности к детальному представлению задач. В процессе этого движения на каждом уровне представления системы, начиная с высшего, из множества допустимых альтернативных решений для дальнейшего рассматривания отбираются только те, которые заслуживают внимания из целей системы, а другие отбрасываются и больше не рассматриваются.

5. Обсуждение результатов исследований.

5.1. Исследование алгоритма реализации ОДМОС с использованием пакета MATLAB.

При реализации МОПНР процесс правильности выбора альтернатив ПР на каждом уровне обобщения проверяется путем их анализа на каждом, более детальном уровне представления состояния системы, благодаря чему начальные альтернативы уточняются, а их количество сокращается. Появляется также возможность количественной оценки начальной неопределенности задачи прогноза $E_{полн}$ и степени ее решения $E_{ост}$, которые

можно вычислить:

$$E_{полн} = E_{нач} + E_T + E_{ост}, \quad (26)$$

где $E_{ост}$ - остаточная неопределенность решения; E_T - неопределенность информации; $E_{нач}$ - начальная неопределенность решения; $E_{ост} = f(I(+))$, где $I(+)$ - глубина прогноза.

Вместе с $E_{полн}$ и $E_{ост}$ удобно пользоваться относительной оценкой меры качества решения

$$R = 1 - \left(\frac{E_{ост}}{E_{полн}} \right). \quad (27)$$

С практической точки зрения значение меры качества R состоит в том, что с ее помощью появляется возможность сравнения и оценки эффективности принимаемых решений или их отдельных элементов т.е. адаптироваться к изменениям внешней среды, путем выдачи соответствующего управляющего воздействия на объект управления.

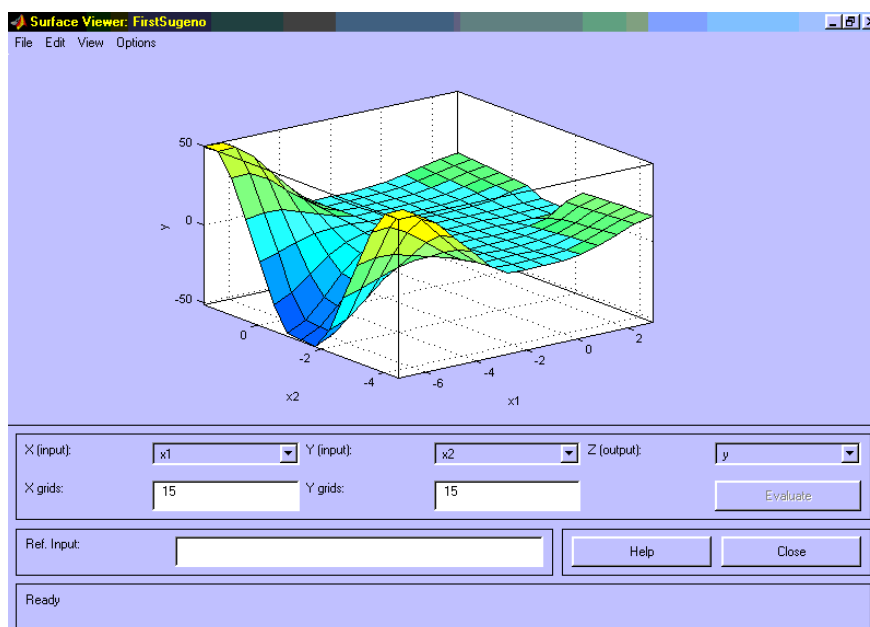


Рис. 2 - Поверхность “входы-выход”, соответствующая синтезированной нечеткой системе ОДМОС

На рис. 2 приведена поверхность “входы-выход”, соответствующая синтезированной нечеткой системе. Из рис. 2 можно сделать вывод, что нечеткие правила достаточно хорошо описывают сложную нелинейную зависимость.

6. Поведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Разработана и исследована модель оптимизации нечетких процессов принятия решений диагностики морского оборудования, которая описана следующими элементами: множеством допустимых альтернатив ПР ЛПР; множеством всех возможных результатов, оценок альтернатив ПР ЛПР; функцией критерия, устанавливающей связь между альтернативами ПР ЛПР и их оценками; функциями принадлежности.

2. Установлено, что для систем управления ОДМОС общие закономерности принятия решений можно сформулировать в виде функционального принципа последовательного решения неопределенности.

3. С использованием пакета Matlab построена модель синтезированной нечеткой системы ОДМОС.

Библиографический список

1. Авраменко В.П. Управление производством в условиях неопределенности: Монография. – К.: НВК ВО, 1992. – 48 с.
2. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
3. Вошин А.П., Сотиров Г.Р. Оптимизация в условиях неопределенности. – М.: Изд-во МЖ; София: Техника, 1989. – 224 с.
4. Петров Э.Г. Детерминизация нечетких параметров модели многокритериального оценивания/ Э.Г. Петров, О.А. Пискалова, Н.А. Брынза// Вестник ХГТУ. – 2008. – №2(31). – с. 71-75.
5. Крючковский В.В. Модель задачи

распределения ресурсов в условиях многокритериальности и неопределенности / В.В.Крючковский, О.А. Пискалова, Д.И. Филиппская // Научно - технический журнал «Бионика интеллекта» : Информация, язык, интеллект. – 2010. – № 1(72). – Харьков : Харьковский национальный университет радиоэлектроники. – С. 61-64.

6. Будник В.Ю. Оценка рисков безопасного прохода судов по каналу Керчь-Еникале / В.Ю. Будник, С.Г. Черный // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 4. С. 50-53.

7. Chernyi S.G. Institutional and organizational aspects of regional marine transport system strategic development / S.G. Chernyi, N.A. Logunova, L.V. Aleksahina // Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies 2017. С. 128-131.

8. Чёрный С.Г. Кластер проблематики в навигационных аспектах прохождения судов в акватории крымского моста / В.Ю. Будник, С.Г. Черный // Транспорт России: проблемы и перспективы - 2017 Материалы Международной научно-практической конференции. ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук. 2017. С. 271-275.

9. Zhilenkov A.A. Algorithmic approach of destabilizing factors of improving the technical systems efficiency / A.A. Zhilenkov, S.G. Chernyi, S.S. Sokolov, A.P. Nyrkov // Vibroengineering PROCEDIA. 2017. С. 261-265.

10. Черный С.Г. Алгоритмическое обеспечение системы автоматического управления рисками с высоким уровнем автоматизации / С.Г. Черный // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2017. № 1 (133). С. 71-76.

11. Черный С.Г. Формирование экспертной группы по оценке состояния морских объектов на платформе программно-алгоритмического компонента / С.Г. Черный // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 40-45.

УДК 330.43

Воронежский государственный университет,
кафедра информационных технологий и математических
методов в экономике,
Преподаватель М.В. Добринина
Россия, г. Воронеж, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru

Voronezh State University, Department of Informational
technology and mathematical methods in economics,
Lecturer M.V. Dobrina
Russia, Voronezh, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru

М.В. Добринина

МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РУКОВОДИТЕЛЯ КОМПАНИИ ОТ УКАЗАННЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация: в данной работе был произведен множественный регрессионный анализ зависимости заработной платы руководителя компании от представленных факторов в среде Microsoft Excel. В результате была построена пригодная для целей прогнозирования модель

Ключевые слова: множественный регрессионный анализ, вектор оценок коэффициентов регрессии, остаточная дисперсия, вектор остатков, парные коэффициенты корреляции

M.V. Dobrina

THE MULTIPLE REGRESSION MODEL OF THE COMPANY EXECUTIVE WAGE FROM SPECIFIED FACTORS DEPENDENCE

Abstract: the author made a multiple regression analysis of the dependence for the company's executive wage from the presented factors in the Microsoft Excel. As a result, the author built the forecast model

Keywords: multiple regression analysis, the vector of estimated regression coefficients, residual variance, residual vector, pair correlation coefficients

Актуальность данной темы обосновывается тем, что регрессионный анализ дает возможность выявить факторы, наиболее влияющие на результирующий показатель и оценить их влияние для дальнейшей корректировки, при необходимости.

Цель работы – построить множественную регрессионную модель зависимости заработной платы руководителя компании от указанных факторов.

Экономисту-аналитику одной крупной компании было поручено указать обоснованный потенциальный размер заработной платы руководителя будущего филиала этой компании. С целью решения поставленной задачи экономист-аналитик провел мониторинг опыта других компаний, собрав необходимые данные [1].

Соответственно, в качестве y была взята среднемесячная заработная плата руководителей, у.е., а в качестве независимых переменных x были взяты: x_1 – возраст, лет; x_2 –

образование (0 – нет высшего образования, 1 – незаконченное высшее, 2 – высшее); x_3 – срок работы в должности руководителя, лет; x_4 – годовой объем продаж компании, тыс. у.е. [3].

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

Все результаты расчетов основных показателей, выполненные в рамках регрессионного анализа, представлены на рисунках 2, 3, 4 и 5.

Отметим, что X' – транспонированная матрица;

$X' * X$ – произведение транспонированной матрицы на исходную;

$(X' * X)^{-1}$ – обратная матрица от произведения транспонированной матрицы на исходную;

$(X' * X)^{-1} * X'$ – произведение обрат-

ной матрицы на транспонированную матрицу;

$$b = (X' * X)^{-1} * X' * Y - \text{вектор оценок коэффициентов регрессии [7];}$$

e – матрица вектора остатков;

e' - транспонированная матрица вектора остатков;

e'^*e - произведение транспонированной матрицы вектора остатков на исходную матрицу вектора остатков [8];

$S_{\text{ост}}$ – остаточная дисперсия;

$R_{yx1}, R_{yx2}, R_{yx3}$ – парные коэффициенты корреляции;

$F_{\text{расч}}$ – расчетное значение дисперсионного отношения Фишера (F-критерий);

$F_{\text{табл}}$ – табличное значение дисперсионного отношения Фишера (F - критерия) [2].

В нашей случае $F_{расч.}=14,68732$, $F_{табл4;25}=2,76$, а значит модель адекватна ($F_{расч.}>F_{табл.}$)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Компания	y	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	у расч	е=у-урасч	(y-урасч) ²	
2	1	453	1	43	0	26	872	684,4924	-231,4924162	53588,73877	
3	2	1948	1	55	2	23	1227	1570,971	377,0285741	142150,5457	
4	3	1735	1	57	2	15	1712	1434,183	300,8174189	90491,11949	
5	4	643	1	65	1	23	1681	1632,086	-989,0856849	978290,4921	
6	5	1461	1	63	2	8	5673	1750,799	-289,7986356	83983,2492	
7	6	357	1	54	0	1	1117	294,4702	62,52976232	3909,971176	
8	7	669	1	51	1	2	1475	549,9681	119,031921	14168,59821	
9	8	2094	1	63	2	8	10818	2194,241	-100,2414867	10048,35565	
10	9	597	1	57	0	23	2686	1183,801	-586,8005619	344334,8994	
11	10	889	1	56	1	5	220	686,6675	202,3324889	40938,43607	
12	11	514	1	47	0	3	661	98,71664	415,2833589	172460,2682	
13	12	466	1	48	1	2	1539	462,6693	3,330747562	11,09387932	
14	13	2833	1	50	2	14	11663	2045,224	787,7763791	620591,6234	
15	14	427	1	54	1	15	2366	1110,337	-683,3366356	466948,9575	
16	15	1856	1	62	2	3	4864	1499,841	356,1586265	126848,9672	
17	16	1652	1	60	2	14	12949	2465,446	-813,4458802	661694,2	
18	17	782	1	49	1	9	5061	1007,574	-225,5742994	50883,76455	
19	18	613	1	46	1	1	1929	404,348	208,6520188	43535,66496	
20	19	1488	1	58	2	8	2643	1334,954	153,045844	23423,03037	
21	20	447	1	50	2	1	1084	742,6701	-295,6701206	87420,82019	
22	21	1752	1	63	1	14	5137	1597,553	154,4470171	23853,88109	
23	22	2497	1	64	0	30	844	1452,017	1044,982796	1091989,044	
24	23	768	1	60	1	8	2097	1062,373	-294,3728533	86655,37675	
25	24	2342	1	71	2	34	835	2362,841	-20,84061347	434,3311697	
26	25	3409	1	73	1	30	14021	3153,574	255,4257359	65242,30658	
27	26	2244	1	64	2	5	4451	1586,239	657,7613079	432649,9382	
28	27	601	1	59	2	5	1911	1212,627	-611,6268865	374087,4219	
29	28	1554	1	61	1	17	1435	1306,78	247,2204459	61117,94885	
30	29	462	1	57	0	11	1314	704,8484	-242,8483791	58975,33522	
31	30	587	1	55	0	5	2301	547,69	39,30998901	1545,275236	
32		1271,333		57,16667	1,166667	12,1	3552,867	Сумма квадратов откл.		6212273,655	

Рис. 1 – Вспомогательные расчеты для выполнения регрессионного анализа

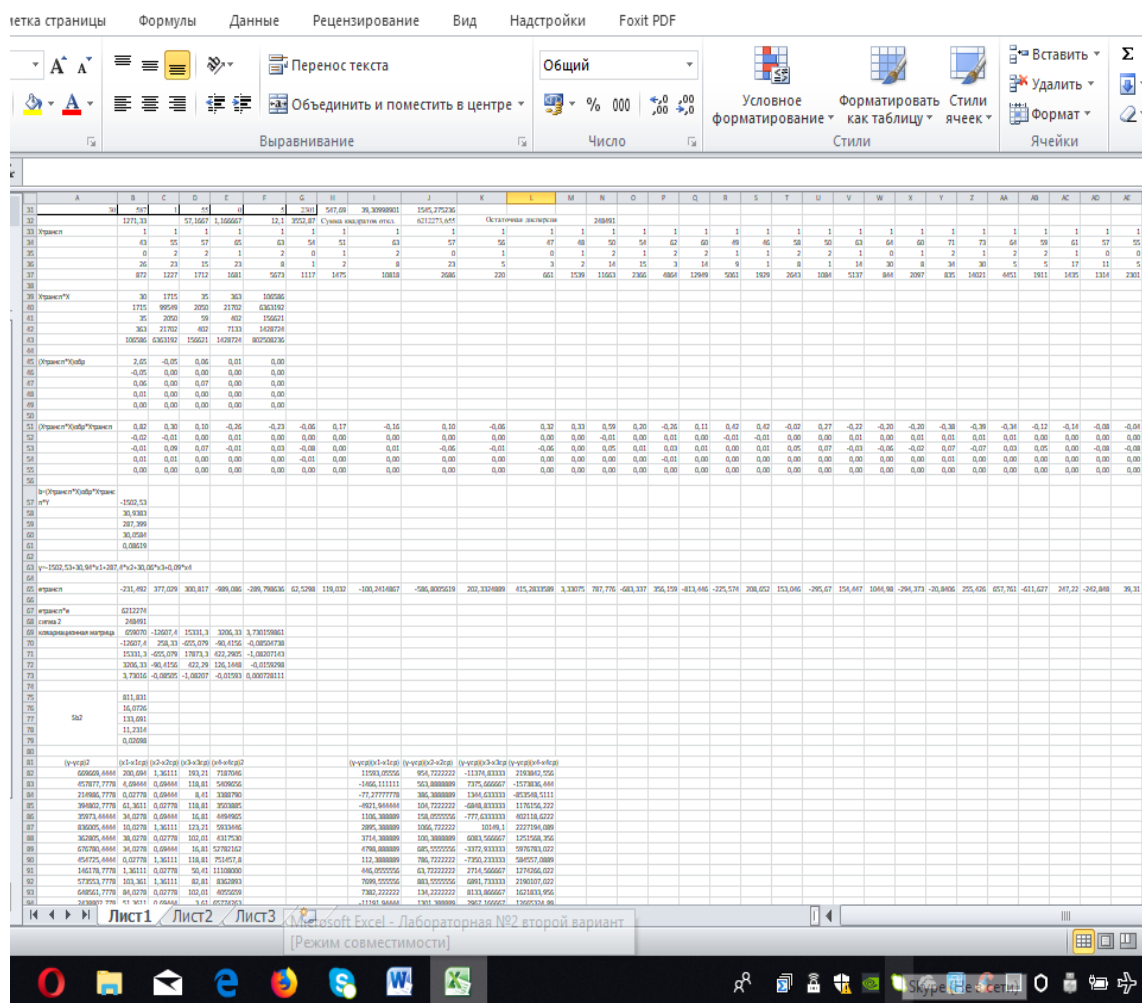


Рис. 2 – Регрессионный анализ в Excel

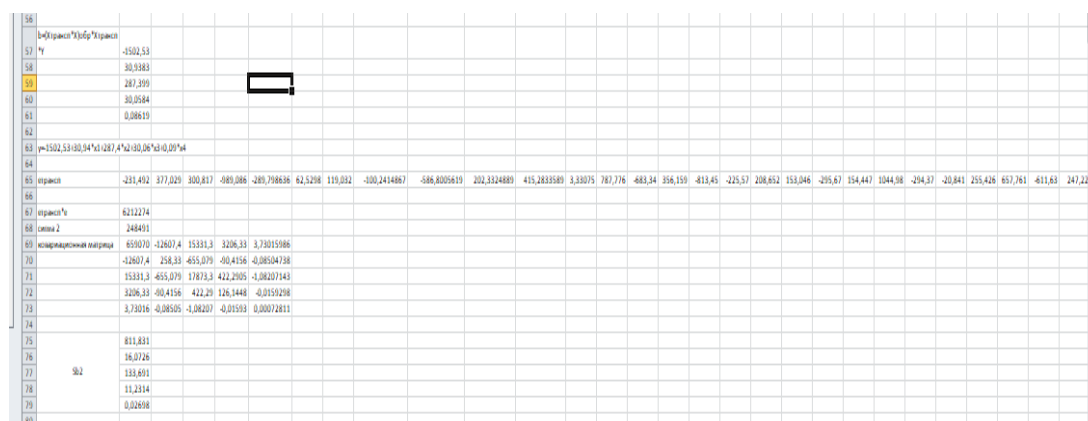


Рис. 3 – Продолжение регрессионного анализа в Excel

Заметим, что ковариационная матрица векторной оценки определяется следующим образом:

$$S_b^2 = \hat{\sigma}^2 * (X' * X)^{-1}$$

При этом стандартные ошибки коэффициентов регрессии $S_{b_0}, S_{b_1}, \dots, S_{b_m}$ – это квадратные корни из элементов главной диагонали ковариационной матрицы.

$R_{yx1x2x3}$ – множественный индекс корреляции; $R_{\text{скор}}$ – скорректированный множественный индекс корреляции; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ – бетта - коэффициенты [6].

115	R	0,83755							
116	R скор	0,98457							
117	Betta 1	0,26338							
118	Betta 2	0,26852							
119	Betta 3	0,34495							
120	Betta 4	0,38895							

Рис. 4 – Продолжение регрессионного анализа в Excel

Полученные значения бетта - коэффициентов позволяют проранжировать факторы по степени их влияния на моделируемый показатель следующим образом:

1) годовой объем продаж компании, тыс. у.е. (x_4);

2) срок работы в должности руководителя, лет (x_3);

3) образование (x_2);

4) возраст, лет (x_1).

Определим t-статистики Стьюдента (см. рисунок 5).

134	tb1	1,92491							
135	tb2	2,14973							
136	tb3	2,67628							
137	tb4	3,19414							
138	to,95(25)	2,06							

Рис. 5 –Расчет t-статистик Стьюдента в Excel

Отметим, что t_{b_0} , t_{b_1} , t_{b_2} и t_{b_3} , t_{b_4} – t-статистики Стьюдента; $t_{\text{табл}}$ –табличное значение распределения Стьюдента [5].

Сравнение полученных t-статистик с табличным значением подтверждает значимость таких коэффициентов регрессии, как b_2 , b_3 и b_4 и незначимость коэффициентов b_0 и b_1 .

Построим с помощью пакета анализа линейное регрессионное уравнение, исключив x_0 и x_1 .

Для этого воспользуемся встроенной функцией 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 уровень надежности и задать выходной интервал → ОК [5].

В итоге получилось следующее (см. рис. 6):

2	ВЫВОД ИТОГОВ								
3									
4	Регрессионная статистика								
5	Множественный R	0,81071							
6	R-квадрат	0,65725							
7	Нормированный R-квадрат	0,6177							
8	Стандартная ошибка	523,781							
9	Наблюдения	30							
10									
11	Дисперсионный анализ								
12		df	SS	MS	F	Значимость F			
13	Регрессия	3	1,4E+07	4559312	16,6188	3,113E-06			
14	Остаток	26	7132998	274346					
15	Итого	29	2,1E+07						
16									
17	Коэффициенты статистики t-Значение Нижние 95% Верхние 95%								
18	Y-пересечение	7,36813	219,865	0,03351	0,97352	-444,56993	459,31	-444,57	459,3061973
19	Переменная X 1	365,853	133,787	2,73459	0,01109	90,850005	640,86	90,85	640,8557511
20	Переменная X 2	40,8868	10,2143	4,0029	0,00046	19,891058	61,883	19,891	61,8826105
21	Переменная X 3	0,09637	0,0278	3,46645	0,00185	0,0392265	0,1535	0,0392	0,153522678
22									

Рис. 6 – Регрессионный анализ с применением Пакета анализа без x_0 и x_1

Таким образом, пригодная для целей прогнозирования модель будет выглядеть следующим образом:

$$y = 287,4 \cdot x_2 + 30,06 \cdot x_3 + 0,09 \cdot x_4$$

По результатам регрессионного анализа можно сделать следующие выводы:

Множественный индекс корреляции достаточно высокий, что свидетельствует о существенной зависимости зарплаты руководителя компании от включенных в модель факторов[4].

Сравнение расчетного значения F-критерия с табличным для 95%-го уровня значимости позволяет сделать вывод об адекватности построенной модели (так как $F_{расч} > F_{табл}$).

Общий вывод: в данной работе был произведен множественный регрессионный анализ в среде Microsoft Excel. В ходе анализа была выявлена незначимость коэффициентов b_0 и b_1 поэтому, в результате, переменные x_0 и x_1 были исключены.

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. Давнис В.В., Добрина М.В. Эконометрический подход к алгоритмическому формированию портфеля ценных бумаг. Научный журнал Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет.

Выпуск № 12 (96). Воронеж, 2017. Статья входит в перечень ВАК.

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

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.

8. Добрина М.В. Проблема выбора портфеля ценных бумаг. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Экономика в инвестиционно-строительном комплексе и ЖКХ, 2018. – с. 162-165.



УДК 330.43

Воронежский государственный университет,
кафедра информационных технологий и математических
методов в экономике,
д.э.н., профессор В.В. Давнис, E-mail: vdavnis@mail.ru
Преподаватель М.В. Добрина, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State University, Department of Informational technology
and mathematical methods in economics,
doctor of Economics, Professor V.V. Davnis, E-mail: vdavnis@mail.ru
Lecturer M. V. Dobrina, E-mail: nice.smirnova@yandex.ru
Russia, Voronezh

М.В. Добрина, В.В. Давнис

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА VAR В ТЕХНОЛОГИИ RISKMETRICS

Аннотация: в данной работе рассматривается и анализируется алгоритм расчета VaR в технологии RiskMetrics с приведением конкретных примеров. Заметим, что если портфель состоит из разнообразных потоков денежной наличности, то вычисление VaR в этом случае требует дополнительных шагов. Одним из них является приведение потока денежной наличности к стандартным срокам

Ключевые слова: RiskMetrics, алгоритм, портфель ценных бумаг, VaR (Value-at-Risk), рыночная стоимость портфеля, доходность

M.V. Dobrina, V.V. Davnis

VAR CALCULATION ALGORITHM IN RISKMETRICS TECHNOLOGY

Abstract: the authors consider and analyze the VaR calculation algorithm in the RiskMetrics technology with specific examples in this paper. Note that if the securities portfolio consists of a variety of cash flows, the calculation of VaR in this case requires additional steps. One is to bring the cash flow to standard terms

Keywords: RiskMetrics, algorithm, securities portfolio, VaR (Value-at-Risk), portfolio market value, profitability

В условиях российской экономики быстрые изменения в направлении снижения курсовой стоимости ценных бумаг, роста систематического риска, ухудшения инвестиционного качества ценных бумаг, приводят к тому, что инвесторы сталкиваются с проблемой выбора наименее рискованных и наиболее доходных ценных бумаг для формирования инвестиционного портфеля. Именно поэтому изучение рисков портфеля ценных бумаг и способов их снижения является актуальным.

Целью данной работы является рассмотрение и анализ алгоритма расчета VaR в технологии RiskMetrics.

Отметим, что VaR - это величина, которая показывает потенциально воз-

можное изменение стоимости портфеля в будущем [1].

Величина VaR зависит от временного горизонта оценки и от величины выбранного риск менеджером доверительного интервала [3].

Предположим, что расчет VaR портфеля ведется на горизонт в один день при доверительном интервале 95%. Тогда вероятность отклонения стоимости портфеля на величину большую VaR составляет 5% [2].

Рассмотрит алгоритм вычисления VaR. Он состоит из следующих этапов:

1. Оценка рыночной стоимости портфеля (mark-to-market). Обозначим эту стоимость как V_0 .

2. Обозначим будущую стоимость портфеля как V_1 , тогда $V_1 = V_0 e^r$, где r - это средняя ожидаемая доходность портфеля за

заданный временной горизонт. Для временного диапазона в один день RiskMetrics подразумевает нулевую доходность.

3. Произведем расчет такой величины доходности портфеля, что бы вероятность превышения этой доходности портфелем была 5%. Обозначим эту доходность как $\tilde{r}$. Т.е. Вероятность($r > \tilde{r}$)=5%.

4. Определим наихудшую возможную будущую стоимость портфеля как $\hat{W}_1$, $\hat{W}_1 = V_0 e^{\tilde{r}}$. Величина $VaR = V_0 - \hat{W}_1$ [5].

Стоит обратить внимание, что VaR может быть рассчитана как $V_0(1 - e^{\tilde{r}})$. При условии, что величина $\tilde{r}$ очень мала, $e^{\tilde{r}} = 1 + \tilde{r}$. Таким образом, можно сказать, что величина VaR примерно равна $V_0 \tilde{r}$ [4].

Рассмотрим пример использования технологии и средств RiskMetrics для вычисления VaR.

Предположим, что горизонт прогнозирования равен 1 дню, вероятность превышения убытков над их расчетной величиной равна 5%.

Следуя перечисленному выше алгоритму, получим:

1. Предположим, что рыночная цена портфеля $V_0 = \$500$ млн.

2. Для вычисления VaR необходимо знать величину средней ожидаемой доходности портфеля - $\mu_{1|0}$. Как было отмечено выше, RiskMetrics принимает $\mu_{1|0} = 0$.

3. Для дальнейшего расчета потребуется величина стандартного отклонения портфеля - $\sigma_{1|0}$. Предполагая, что распределение доходностей портфеля нормальное, получаем $\tilde{r} = -1.65\sigma_{1|0} + \mu_{1|0}$. (RiskMetrics предоставляет расчет величины $1.65\sigma_{1|0}$). Следовательно, установив, что $\mu_{1|0} = 0$ и $\sigma_{1|0} = 0.321$, получаем $\hat{W}_1 = \$474.2$ млн. (по формуле $\hat{W}_1 = V_0(e^{-1.65\sigma})$).

4. Получаем $VaR = \$25.8$ млн ($V_0 - \hat{W}_1$).

Заметим, что если портфель состоит из разнообразных потоков денежной наличности, то вычисление VaR в этом случае требует дополнительных шагов [6].

Также как и в предыдущих примерах, вычисление начинается с рыночной оценки портфеля. Сначала необходимо четко определить все cash flows (движения денежной

наличности). Технология RiskMetrics позволяет вычислять величину VaR по портфелям с различными по времени потоками денежной наличности [8].

Проанализируем простой пример расчета VaR по портфелю из трех денежных поступлений.

Шаг 1. Каждая финансовая позиция в портфеле может быть представлена как один или несколько ожидаемых денежных поступлений (cash flows), которые имеют рыночную оценку. К примеру, возьмем инструмент, который дает право на получение трех платежей, каждый суммой \$100 млн. через 1, 4 и 7 месяцев.

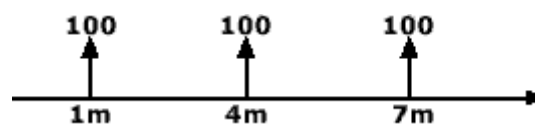


Рис. 1 – Ожидаемые денежные поступления

Шаг 2. RiskMetrics работает только со стандартными сроками исполнения денежных обязательств. Для приведения платежа с нестандартным сроком, используется процедура конвертирования или транспортировки (mapping) [9]. Цель приведения срока платежа к стандартному - это обеспечение пользователей технологии RiskMetrics рассчитанными значениями стандартных отклонений и корреляций (невозможно рассчитывать стандартные отклонения и корреляции по всем возможным видам обязательств из-за огромного, бесконечно возможного количества их вариантов). RiskMetrics работает со следующими временными интервалами: 1, 3, 6, 12 месяцев; 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 15, 20, 30 лет. Любой поток денежной наличности в рамках технологии RiskMetrics приводится к этим стандартным срокам. В данном примере это делается по схеме приведенной на рисунке 2.

Изменчивость дохода от каждого денежного поступления с нестандартным сроком платежа можно выразить через сочетание стандартных инструментов с ближайшими сроками платежа, используя простую математическую запись [7].

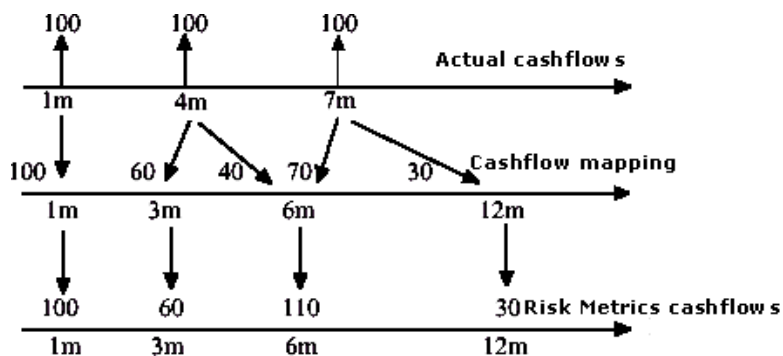


Рис. 2 – Схема приведения потока денежной наличности к стандартным срокам

Например, получить оценку волатильности доходности 4-х месячного платежа можно произвести через 3-х месячный (60%) и 6-месячный (40%) платеж следующим образом:

$$r_{4m} = 0.60r_{3m} + 0.40r_{6m},$$

где r_{4m} = доход по реальному 4-х месячному денежному поступлению; r_{3m} = доход по 3-месячному стандартному денежному поступлению; r_{6m} = доход по 6-месячному стандартному денежному поступлению.

Аналогично, доход по 7-месячному платежу можно записать как, $r_{7m} = 0.60r_{6m} + 0.40r_{12m}$

Соответственно, 1 месячный платеж нет необходимости трансформировать, т.к. по срокам он совпадает с используемым в RiskMetrics 1-месячным инструментом.

Шаг 3. VaR портфеля после процедуры mapping рассчитывается на основе данных по распределению колебаний составляющих портфель элементов:

$$r_p = 0.33r_{1m} + 0.20r_{3m} + 0.37r_{6m} + 0.10r_{12m}$$

Если требуется рассчитать VaR портфеля с 95%-ым доверительным интервалом, то необходимы данные VaR по каждому из элементов портфеля. Для того, чтобы на основе данных по каждому из инструментов рассчитать VaR портфеля, нужно использовать формулу из стандартной теории портфельного менеджмента для расчета риска по портфелю, состоящему более, чем из одного актива. Для вычисления нам потребуется операции с матрицами, в одной из которых будут данные с VaR по каждому из составляющих портфель инструментов, а другой матрицей будет матрица корреляций между инструментами.

Таким образом, формула для расчета VaR портфеля будет следующей:

$$VaR = \sqrt{\vec{V} R \vec{V}^T},$$

где $\vec{V}$ - вектор VaR инструментов, $\vec{V} = [(0.33 \cdot 1.65 \sigma_{1m}), (0.20 \cdot 1.65 \sigma_{3m}), (0.37 \cdot 1.65 \sigma_{6m}), (0.10 \cdot 1.65 \sigma_{12m})] = [(0.33 \cdot 1.65 \sigma_{1m}), (0.20 \cdot 1.65 \sigma_{3m}), (0.37 \cdot 1.65 \sigma_{6m}), (0.10 \cdot 1.65 \sigma_{12m})]$ и R - матрица корреляций.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{3m, 1m} & \rho_{6m, 1m} & \rho_{12m, 1m} \\ \rho_{1m, 3m} & 1 & \rho_{6m, 3m} & \rho_{12m, 3m} \\ \rho_{1m, 6m} & \rho_{3m, 6m} & 1 & \rho_{12m, 6m} \\ \rho_{1m, 12m} & \rho_{3m, 12m} & \rho_{6m, 12m} & 1 \end{bmatrix}$$

где, например, ρ_{1m3m} - корреляция между 1-м и 3-х месячным инструментом [10].

Вывод: Отметим, что VaR - это величина, которая показывает потенциально возможное изменение стоимости портфеля в будущем. Величина VaR зависит от временного горизонта оценки и от величины выбранного риска менеджером доверительного интервала. Заметим, что если портфель состоит из разнообразных потоков денежной наличности, то вычисление VaR в этом случае требует дополнительных шагов. Одним из них является приведение потока денежной наличности к стандартным срокам.

Библиографический список

1. <http://www.riskmetrics.com>.
2. J.P.Morgan/Reuters RiskMetrics TM — Technical Document Fourth Edition, 1996 New York December 17, 1996.
3. Давнис В.В., Добрина М.В. Эконометрический подход к алгоритмическому формированию портфеля ценных бумаг. Научный журнал Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет. Выпуск № 12 (96). Воронеж,

2017. Статья входит в перечень ВАК.

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.

1. Воронежский государственный университет, 2016. – с. 197-200.

5. 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.

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.

8. Добрина М.В. Проблема выбора портфеля ценных бумаг. Статья в Научном вестнике Воронежского государственного технического университета. Серия: Экономика в инвестиционно-строительном комплексе и ЖКХ, 2018. – с. 162-165.

9. Михайлова В.С., Бенько Е.В. Риски портфельного инвестирования // Экономика и социум. – 5 (36), 2017.

10. Найт Ф. Риск, неопределенность и прибыль. М.: Дело, 2003.

УДК 004.896

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

*Voronezh state industrial – humanitarian college,
Kand. tech. Sciences, associate Professor N. Eprintseva,
teacher A. V. Sokolova, teacher A. A. Rudnev
Russia, Voronezh, E-mail: eprnat@mail.ru*

Н.А. Епрынцева, А.В. Соколова, А.А. Руднева

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

Аннотация: Статья посвящена технологии использования искусственного интеллекта и машинного обучения в сфере недвижимости. Искусственный интеллект может помочь агентам по недвижимости и владельцам недвижимости делать свою работу лучше, быстрее и проще, а потребители могут получить то, что хотят, без годовых поисков

Ключевые слова: Искусственный интеллект, недвижимость, программное обеспечение, агент по недвижимости

N.A. Eprintseva, A.V. Sokolova, A.A. Rudneva

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REAL ESTATE

Abstract: the Article is devoted to the technology of using artificial intelligence and machine learning in real estate. Artificial intelligence can help real estate agents and property owners do their jobs better, faster and easier, and consumers can get what they want without annual searches

Keywords: Artificial intelligence, real estate, software, real estate agent

За каких-то десять лет искусственный интеллект сравняется с человеческим, а затем и превзойдет его. Корпорации и государ-

ственные структуры по всему миру, конкурируя между собой, вкладывают миллиарды в развитие искусственного разума. Автором термина «искусственный интеллект» является Джон Маккарти, изобретатель языка Лисп,

© Епрынцева Н.А., Соколова А.В., Руднева А.А., 2018

основоположник функционального программирования и лауреат премии Тьюринга за огромный вклад в области исследований искусственного интеллекта [1].

Искусственный интеллект — это способ сделать компьютер, компьютер-контролируемого робота или программу способную также разумно мыслить как человек.

Исследования в области ИИ осуществляются путем изучения умственных способностей человека, а затем полученные результаты этого исследования используются как основа для разработки интеллектуальных программ и систем. К основным целям ИИ относятся:

- Создание экспертных систем — систем, которые демонстрируют разумное поведение: учиться, показывать, объяснять и давать советы;

- Реализация человеческого интеллекта в машинах — создание машины, способную понимать, думать, учить и вести себя как человек.

Искусственный интеллект — наука и технология, основанная на таких дисциплинах, как информатика, биология, психология, лингвистика, математика, машиностроение. Одним из главных направлений искусственного интеллекта — разработка компьютерных функций, связанных с человеческим интеллектом, таких как: рассуждение, обучение и решение проблем [2].

Недвижимость всегда была сложной отраслью не только в России, но и во всем мире. Покупателям нужны лучшие места, больше удобств, чистые районы, лучшая безопасность, а в большинстве случаев - более низкие цены. Агенты и брокеры с трудом находят свойства, отвечающие требованиям своих клиентов.

На смену опасениям, которые связаны с потерей рабочих мест людьми, компании начали использовать искусственный интеллект для оптимизации процессов автоматического производства и предоставления более качественных услуг. Информации о способах влияния умных технологий, которые уже применяются или в скором времени бу-

дут применяться в отраслях, связанных с недвижимостью достаточно много. Искусственный интеллект может помочь агентам по недвижимости и владельцам недвижимости делать свою работу лучше, быстрее и проще, а потребители могут получить то, что хотят, без годовых поисков. Сегодня компании применяют умные технологии для обеспечения жильцов качественной системой безопасности. Устройства, использующие технологию распознавания лица для безопасности жильцов многоквартирных домов, как замена консьержу достаточно хорошо прижилась в Европе. В случае отсутствия есть возможность предоставления службам доставки доступа к жилью удаленно при помощи мобильного телефона или компьютера. В скором будущем в России арендодатели офисных помещений для распознавания работников и клиентов будут использовать программное обеспечение, которое позволяет входить в помещения при помощи мобильного приложения, а не связки ключей или пластиковых карт.

Очевидно, что технологии искусственного интеллекта (ИИ) не только стремительно развиваются, но и за короткий промежуток времени внедрились во множество сфер, и, как рассказано выше, начали использоваться в недвижимости. Улучшая эффективность простых функций управления, искусственный интеллект выступает эффективным помощником для агентов и оценщиков в сфере недвижимости, а посредством сбора и анализа данных улучшает качество обслуживания арендаторов [2, 3].

Проблемы, связанные с арендой зданий, являются источником постоянных споров и дополнительных расходов. К этому причастен и человеческий фактор. Иногда проблемы возникают в нерабочее время, и такое явление, как ожидание следующего рабочего дня для их решения, может уйти в прошлое. Британская компания Pi Labs уже применяет искусственный интеллект (ИИ) для коммуникационной платформы под названием AskPorter. Она помогает квартиросъемщикам решать проблемы, связанные с

жилем, или быстро и эффективно отвечать на их запросы. Нужно лишь передать свою жалобу при помощи виртуального помощника и наблюдать, как решаются проблемы. Потребовалось некоторое время, пока покупатели не встретили агентов и не рассказали им, какую собственность они хотят. Искусственный интеллект способен помочь агентам лучше понимать потребности своих клиентов с помощью умных помощников или, другими словами, чатов в сфере недвижимости.

В настоящее время Чат - боты используются во многих отраслях промышленности, и недвижимость не является исключением. Система с поддержкой AI может обрабатывать полученную информацию, анализировать ее и даже предлагать соответствующие варианты. На основе алгоритмов машинного обучения чат-боты могут анализировать характеристики каждого объекта. Более того, боты хранят эти анализы, поэтому агенты могут быстро найти нужную им информацию.

Оценка недвижимости является одной из самых важных частей работы агента по недвижимости. Этот процесс требует много времени и сил. Агенты по недвижимости и разработчики недвижимости должны учитывать многие аспекты: местоположение, окрестности, зонирование, демографические данные, конкурентов и многое другое. Все это исследование занимает много времени, и в конце концов владельцы могут даже не продавать свои объекты. Однако разработчики, агенты и домовладельцы могут использовать искусственный интеллект для автоматизации оценки имущества. Современные алгоритмы AI могут собирать и анализировать релевантные данные о свойствах, избавляя агентов по недвижимости и инвесторов от ненужной и неэффективной работы.

Искусственный интеллект может быть использован в управлении имуществом для мониторинга и прогнозирования, когда критические системы технического обслуживания готовы к замене. Эта технология также полезна для отслеживания тенденций в обла-

сти аренды в конкретных географических районах и автоматического повышения арендной платы арендаторов по истечении срока аренды. Другие детали управления недвижимостью, такие как автоматизация зданий и анализ расширения могут быть выполнены компаниями по управлению недвижимостью, чтобы определить потенциальную прибыль на основе критических входов, которые влияют на арендную плату, расходы и прибыль в арендном жилье.

Искусственный интеллект и его близкое родственное машинное обучение все чаще используются во всех аспектах недвижимости, но его использование в инвестировании в недвижимость позволяет частным инвесторам, включая строителей и управляющих недвижимостью, эффективно контролировать расходы, увеличивать прибыль и управлять рисками с помощью автоматизированных систем, основанных на индивидуальных интересах инвесторов. Нейронные сети - это один из видов технологий в категории машинного обучения. Машинное обучение (Machine Learning) – обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами [3].

Библиографический список

1. Аляутдинов М. А., Галушкин А. И., Казанцев П. А., Остапенко Г. П. Нейрокомпьютеры. От программной к аппаратной реализации; Горячая линия - Телеком - М., 2016. - 152 с.
2. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математиче-

ские, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Учебное пособие; Ленанд - М., 2015. - 306 с.

3. Епрынцева Н.А. Влияние нейронных сетей на нашу жизнь. В сборнике: Научный

вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2018, №2 (12).

УДК 004.42

*Воронежский государственный технический университет,
Кафедра систем управления и информационных технологий,
Ст. преп. Е.Б. Петигина, E-mail: u00037@vgasu.vrn.ru
магистрант С.А. Сидельников, E-mail: sidelnikovsem@mail.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Technical University
Department of control systems and information technologies
Senior teacher E.B. Petigina, E-mail: u00037@vgasu.vrn.ru
Graduate student S.A. Sidelnikov, E-mail: sidelnikovsem@mail.ru
Russia, Voronezh*

Е.Б. Петигина, С.А. Сидельников

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА СЕРВИСНЫХ ЗАЯВОК В САЛОНЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Аннотация: В статье рассмотрены основные структуры организации сервисного центра салона связи, для которого разрабатывается приложение. Перечислены следующие схемы: структура бизнес-процессов, организационная структура предприятия, а также основные принципы работы приложения и описание средств разработки

Ключевые слова: сервисный центр, приложение, база данных, организационная структура

E.B. Petigina, S.A. Sidelnikov

DESIGN OF INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING OF SERVICE APPLICATION FOR THE CELLULAR SHOP

Abstract: The basic structures of the organization of the service center of the communication salon for which the application is developed are considered. The following schemes are listed: the structure of business processes, the organizational structure of the enterprise and the basic principles of the application and the description of development tools

Keywords: service center, application, database, organizational structure

Невозможно представить ни одну сферу производства и оказания услуг в наши дни без применения автоматизации. Автоматизация какого-либо объекта подразумевает введение в него функций, выполняемых машиной, а не человеком, это позволяет ускорить процесс введения и обработки данных, тем самым повысив эффективность предприятия [1]. Это коснулось и сервисных центров по ремонту техники, но прежде чем автоматизировать сервисный центр, необходимо произвести следующие шаги. Главной задачей является анализ предметной области, а также разработка базы данных и приложения для автоматизации данной предметной области.

Если определенная компания профессионально занимается предоставлением услуг, то у нее могут быть десятки и сотни клиентов, которые в месяц создают сотни заявок на выполнение работ. Трудовые ресурсы компании, как правило, ограничены. Поэтому актуальной является создание алгоритма распределения ресурсов (специалистов, занимающихся выполнением данного вида работ) между задачами - заявками клиентов. существуют два альтернативных подхода к составлению расписания абонентского обслуживания клиентов. Один из которых алгоритм динамического назначения работ в реальном времени с учетом динамического характера данного процесса. В любом сервисном центре процесс оформления заказа и

выполнения ремонтных работ включает в себя множество повторяющихся действий, поэтому целесообразно автоматизировать его. В базе данных предприятия необходимо хранить информацию о заказах предприятия и заказчиках организации, а также краткое описание поломки изделия. Обеспечивает обработку вводимых, и вывод обработанных данных в виде отчетов.

В качестве приложения будет использоваться WindowsForm-приложение, написанное на языке C# и комплекс Postgres. Это реляционная СУБД, имеющая широкий спектр функций, таких как связанные запросы, связь с внешними таблицами и базами данных. В динамическом планировании, которое может быть применимо к данному проекту используется подход классической архитектуры производства, подразумевающей, что производственная система представляет собой объединение отделов, которыми руководят разные менеджеры. Рассматриваемый подход заключается в том, что в начале периода управления строится статическое расписание с использованием методов классической теории расписаний. После того, как работа начинается в соответствии с построенным таким образом расписанием, возможно возникновение непредвиденных ситуаций, нарушающих стабильный процесс. В этих случаях расписание корректируется таким образом, чтобы наиболее оптимальным образом учесть нарушения. Одним из методов динамической теории расписаний является использование следующих эвристик:

- по сроку получения задачи (правило FIFO, first in- first out)
 - по количеству операций (задача, выполняющаяся наиболее быстро, имеет более высокий приоритет)
 - по стоимости (с высоким приоритетом идут задачи, выполнение которых не в срок влечет наибольшие финансовые потери)
 - по дедлайнам (с высоким приоритетом идут наиболее срочные задачи, выполнение которых безотлагательно)
 - по времени выполнения операций.
- Рассмотрим задачу назначения работ в ре-

жиме реального времени с зафиксированными предыдущими назначениями [2]. Предположим, что задача i может быть выполнена любым из следующих работников $\{m_1, m_2, m_3, \dots, m_{K_i}\}$, и работник находился в режиме ожидания в периодах $I_{i,q}^k = \{[\alpha_{i,q}^k, \beta_{i,q}^k]\}_{q=1,2,\dots,Q_{k,i}}$. Таким образом, K_i – максимальное количество работников, которые в состоянии выполнять задачу i , а $Q_{k,i}$ – это максимальное число периодов простоя, доступных для задачи i у работника m_i^k . Для случая нескольких работников, работоспособность которых идентична, сгруппируем периоды простоя, связанных с одной группой таких работников, следующим образом. Для $k^1 \neq k^2$, где $k_1, k_2 \in \{1, 2, \dots, K_i\}$, период $\{[\alpha_{i,q}^k, \beta_{i,q}^k]\}$, $q \in \{1, 2, \dots, Q_{k,i}\}$ предшествует $[\alpha_{i,r}^{k^2}, \beta_{i,r}^{k^2}]$, $r \in \{q = 1, 2, \dots, Q_{k^2,i}\}$ если

1. $\alpha_{i,q}^{k^1} < \alpha_{i,r}^{k^2}$, или
2. $\alpha_{i,q}^{k^1} = \alpha_{i,r}^{k^2}$ и $\beta_{i,q}^{k^1} < \beta_{i,r}^{k^2}$.

Последовательность таких отсортированных периодов обозначается $[\alpha_i^s, \beta_i^s]$, где $s = 1, 2, \dots, \sum_{k=1}^{K_i} Q_{k,i} = Q_i$; S_i – ранг периода простоя, назначенного i -й задаче; t_i – время начала выполнения задачи i ; θ_i – время, необходимое для выполнения задачи i ; δ_i – максимальная задержка выполнения задачи i ;
 m – количество задач; $\alpha_i^{s_i}$ – начальная точка S_i периода простоя, который может быть назначен задаче i ; $\beta_i^{s_i}$ – конечная точка S_i периода простоя, который может быть назначен задаче i .

В данном подходе используется следующий алгоритм

1. Задать $s_i = 1$ для $i = 1, 2, \dots, m$;
2. Задать $p_i = \alpha_i^{s_i}$;
3. Задать $p_i = \text{MAX}(\alpha_i^{s_i}, p_{i-1} + \theta_{i-1})$ $i = 2, \dots, m$;
4. Задать $p_{m+1} = p_m + \theta_m$;
5. Задать $t_{m+1} = p_{m+1}$;
6. Задать $t_i = \text{MAX}(p_i, t_{i+1} - \theta_i - \delta_i)$ для всех $i = m, m-1, \dots, 1$;
7. Если $t_{i+1} > \beta_i^{s_i}$ для всех $i = 1, 2, \dots, m$, оптимум достигнут.

Для каждого I для которого ($t_{i+1} > \beta_i^{si}$) задаем $s_i = s_i + 1$ и возвращаемся к шагу 2.

Сервисный центр по ремонту мобильной техники является предприятием, которое выполняет разноплановую починку техники. Для обеспечения оперативности обработки информации о наличии продукции, заказах, клиентах и оплате необходима автоматизированная система, основанная на базе данных. Её использование сократит время, требуемое на обслуживание клиентов.

База данных должна содержать полную информацию о выполняющихся заказах. Информация о клиентах должна быть полной и достаточной для определения клиента, и телефона. Заказы клиентов содержат информацию о заказе, клиенте, дате заказа, объёме и форме оплаты, им так же присваивается уникальная нумерация. Работать с базой данных будут, менеджеры и дирекция предприятия. Менеджеры должны иметь возможность си-

стематизировать заказы, вести учет выполнения и оплаты заказов, редактировать информацию о клиентах, передавать данные о заказах мастерам. Дирекция должна иметь возможность использовать хранящуюся в базе данных информацию для получения сведений о наиболее или наименее, о клиентах должниках, об общей сумме выручке, о форме оплаты заказа [3,4].

Организационная структура предприятия представляет собой руководство, объясняющее особенности работы фирмы и то, как эта работа выстроена. Четкое понимание того, в каком направлении движется предприятие, дает именно организационная структура. Понимание структуры организации просто невозможно без этого элемента. Организационная структура является связующим звеном для тех, кто в нее входит. Организационная структура сервисного центра представлена на рисунке 1.

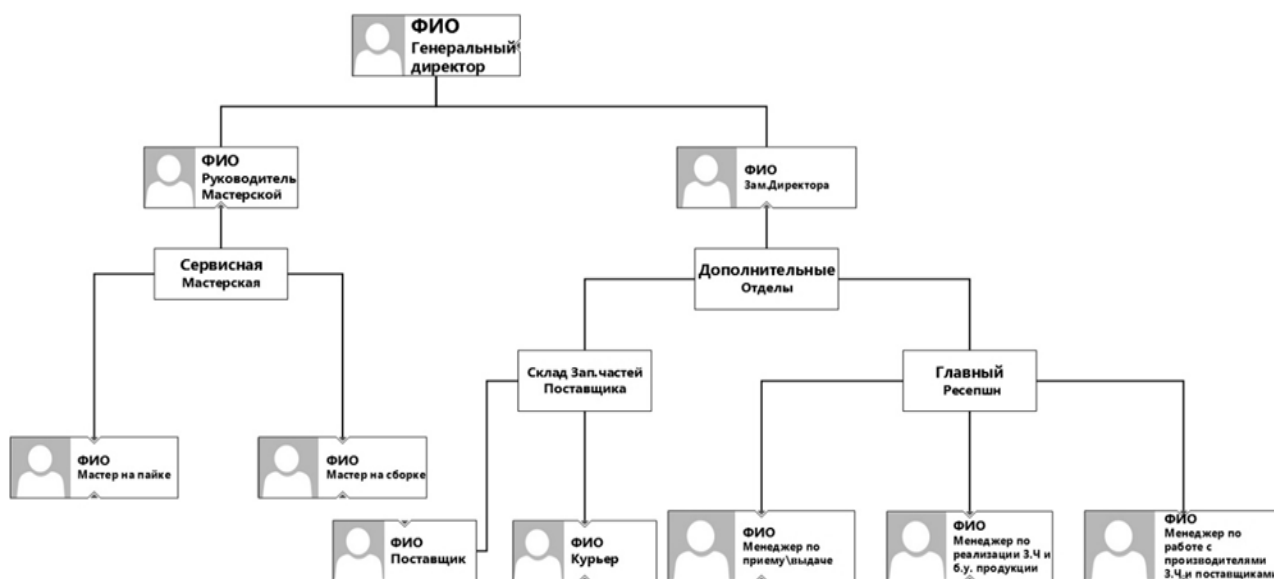


Рис. 1 - Организационная структура сервисного центра

Структура Бизнес-процессов. Бизнес-процесс – это комплекс мероприятий, процедур, операций, действий, которые регулярно повторяются и ведут к определенному результату, который иначе называется целью бизнеса [5]. При выполнении всего, что подразумевает бизнес-процесс, всегда используются те или иные ресурсы: человеческие,

т.е. кадровые, сырьевые, финансовые и пр. Бизнес-процесс формирует услугу, которая должна обязательно иметь определенную ценность для потребителя, владельца предприятия и для сотрудников. Структура бизнес-процессов сервисного центра представлена на рисунке 2.

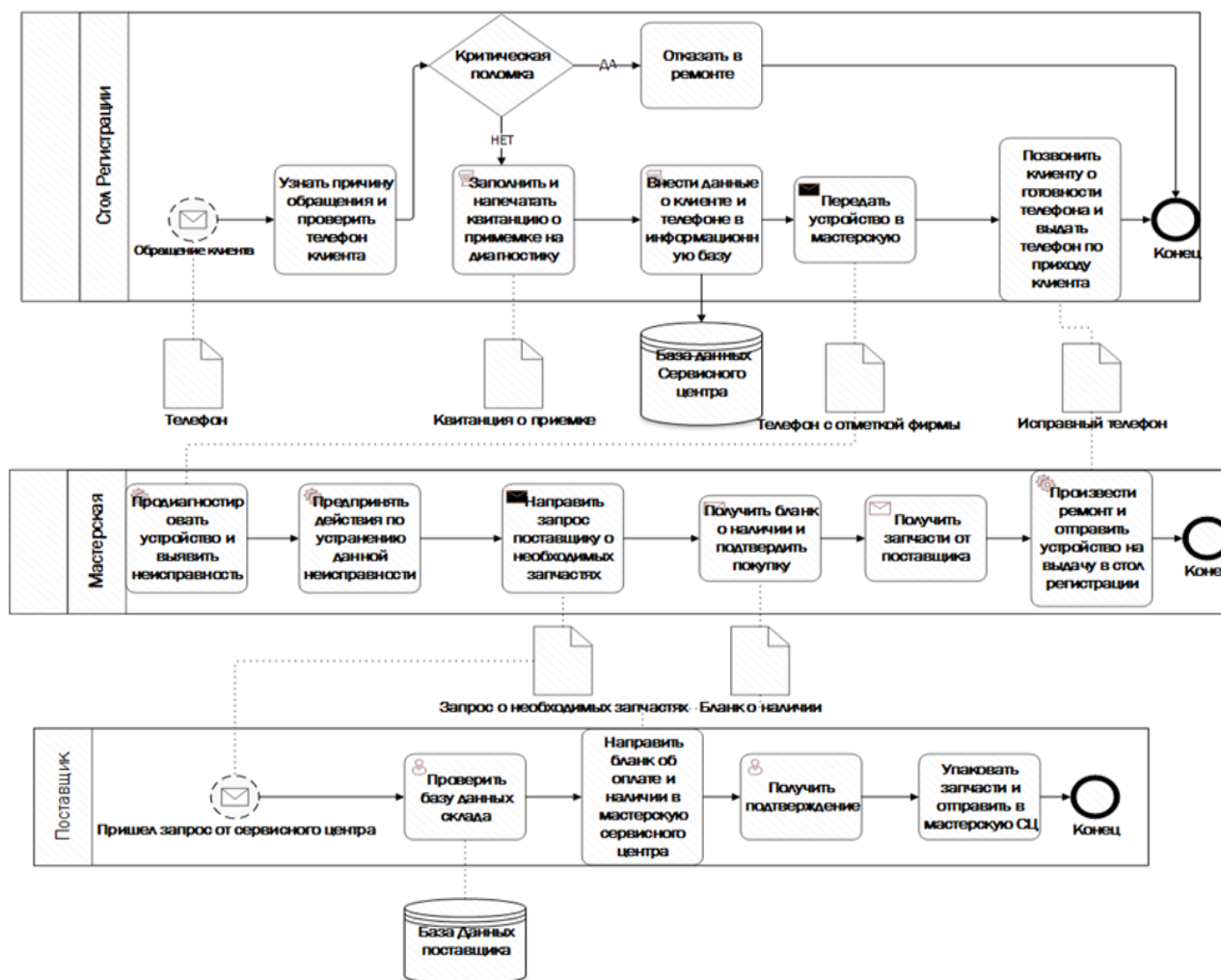


Рис. 2 - Структура бизнес-процессов сервисного центра

Данная структура выполнена в нотации BPMN. В последнее время часто применяющейся на практике для разработки моделей бизнес-процессов, поскольку язык данной нотации понятен большинству обычных работников компаний. Но при этом диаграммы процессов, описанных в нотации BPMN, не только документируются, но и могут быть реализованы в любой BPM-системе [6].

Инфологическая модель предметной области. Инфологическое моделирование предметной области - важная задача, решаемая при проектировании БД. Данная модель (набор, форма и связи ее таблиц) - это одно из основных проектных решений при создании приложений с использованием БД. Инфологическая модель предметной области

для базы данных в Postgres SQL представлена на рисунке 3.

Postgres SQL работает практически на всех UNIX-платформах, включая UNIX-подобные системы, такие как FreeBSD и Linux. Ее можно применять на Windows NT Server и Windows Server. Кроме того, PostgreSQL свободно распространяется, позволяет работать с российскими системами, что снижает затраты на проект [7].

В результате реализации проекта спроектирована и реализована автоматизированная система, поддерживающая обработку заказов. Применение полученной автоматизированной системы значительно упрощает и ускоряет обработку заказов, способствует повышению эффективности работы предприятия.

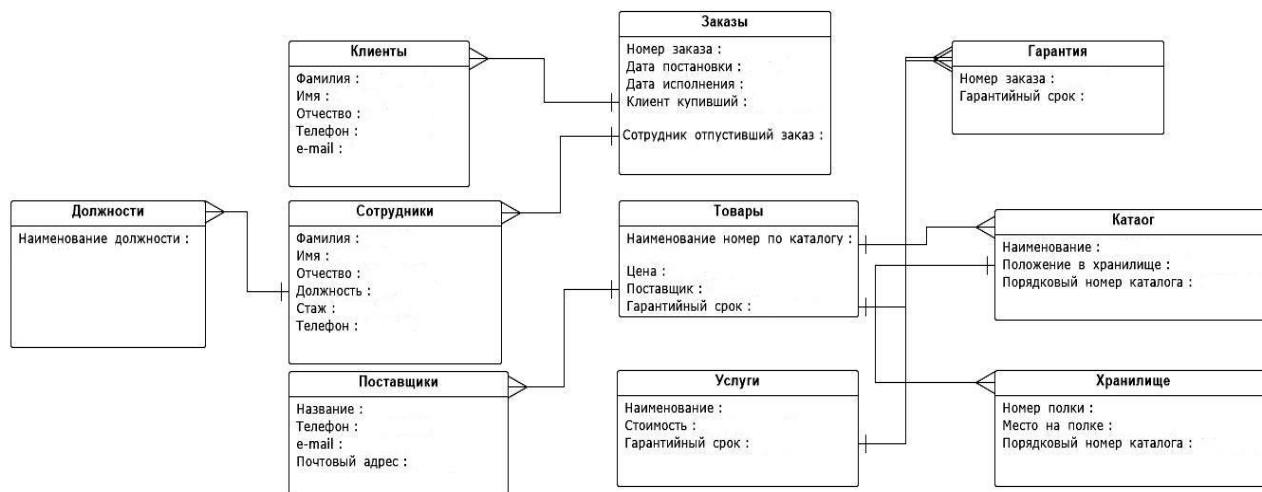


Рис. 3 - Инфологическая модель предметной области.

Кроме того, разработана база данных. С ее помощью имеется возможность ввода данных посредством форм в приложении. Благодаря разработанному приложению, можно достаточно легко работать с базой данных и выполнять различные действия над содержащимися в ней данными.

Библиографический список

1. Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Шашкин А.И. Использование генетического алгоритма для выбора серверных ресурсов при внедрении инфраструктуры виртуальных рабочих столов в Вузе. - Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. 2017. С. - 257-263.
2. Бегенова С.Б., Авдеенко Т.В. Алгоритм динамического распределения задач по абонентскому обслуживанию клиентов веб-студии в режиме реального времени. Информационные технологии нанотехнологии. - Математическое моделирование. 2017. - 4с.
3. Маковий К.А., Хицкова Ю.В. «Комплексное взаимодействие метода анализа иерархий и SWOT – анализа при оценке це-

лесообразности внедрения виртуальных рабочих столов в образовательном учреждении. - Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики сборник трудов Международной научно - технической конференции. Воронежский государственный университет. 2017. С. - 1660-1669.

4. Makoviy K., Proskurin D., Khitskova Yu., Metelkin Ya. Server hardware resources optimization for virtual desktop infrastructure implementation. - CEUR Workshop Proceedings 2017. Т. 1904. С. – 178.

5. Девицкая А. Анализ и оптимизация бизнес-процессов СУП: реализация проекта // Справочник по управлению персоналом. 2014. № 2. 51–57 с.

6. Федоров И.Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0. -М.-МЭСИ, 2013. С. -264.

Метелкин Я.В. Оптимизация затрат при реализации инфраструктуры виртуальных рабочих столов в университете. - Научная опора воронежской области. Сборник трудов победителей конкурса научно – исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. 2017. С. 105-106.

УДК 614.8:69: 681.3

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра техносферной и пожарной безопасности,
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова,
E-mail: Sazonovapbb@vgasu.vrn.ru
Ст. преподаватель Осипов А.А., E-mail: aosipov@vgasu.vrn.ru
Ассистент Заложных Н.В., E-mail: zalognihppb@vgasu.vrn.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University,
Department of technosphere and fire safety,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova,
E-mail: Sazonovapbb@vgasu.vrn.ru
Senior Lecturer A.A. Osipov, E-mail: aosipov@vgasu.vrn.ru
Assistant N.V. Zalozhnyh, E-mail: zalognihppb@vgasu.vrn.ru
Russia, Voronezh

С.А. Сазонова, А.А. Осипов, Н.В. Заложных

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ УТЕЧЕК В ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: Разработаны алгоритм и программное обеспечение для численной реализации задачи диагностики утечек на основе решения задачи статического оценивания состояния систем газоснабжения на базе пакета прикладных программ HYDROGRAPH. В рамках пакета прикладных программ предусмотрена реализация задачи гидравлического расчета трубопроводных систем при проектировании и при эксплуатации. Разработаны специализированные программные модули. Задачи технической диагностики систем газоснабжения актуальны так позволяют выявить утечки газа и ликвидировать аварии, взрывы и пожары, влекущие за собой существенные экономический и социальный ущербы

Ключевые слова: системы газоснабжения, техническая диагностика, безопасность функционирования, программное обеспечение

S.A. Sazonova, A.A. Osipov, N.V. Zalozhnyh

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR DIAGNOSTICS OF LEAKS IN THE FUNCTIONING SYSTEMS OF GAS SUPPLY

Abstract: The algorithm and software for numerical realization of the problem of leak diagnostics are developed based on the solution of the problem of static estimation of the state of gas supply systems based on the HYDROGRAPH software package. Within the framework of the applied programs package, the task of hydraulic calculation of pipeline systems during design and operation is provided. Specialized software modules have been developed. The tasks of technical diagnostics of gas supply systems are relevant so that they can identify gas leaks and eliminate accidents, explosions and fires that entail significant economic and social damage

Keywords: gas supply systems, technical diagnostics, operational safety, software

В разработанном вычислительном комплексе для реализации методов технической диагностики систем газоснабжения используются типовые модули пакета, прикладных программ HYDROGRAPH [1]. Приведем краткое описание их назначения. Программные модули распределены по пяти следующим группам:

группа U – программы управления, обеспечивающие управление выполнением отдельных этапов решения задач;

группа S – программы формирования структурного состава гидравлической системы, обеспечивающие накопление и систематизацию информации о структурных элементах системы;

группа W – программы ввода и вывода данных, производящие систематизацию ис-

ходных данных и результатов расчета;

группа H – сервисные программы, способствующие удобству восприятия результатов расчета и сообщений об ошибках при анализе исходных данных и в процессе решения задач;

группа M – вычислительные программы, реализующие стандартные алгоритмы математических методов для решения типовых задач прикладной математики.

Перечень и назначение имеющих отношение к разрабатываемому комплексу программных модулей в соответствии с приведенной классификацией представлены в табл. 1 - 5.

Рассмотрим алгоритм технической диагностики трубопроводных систем.

1.1. Ввод исходных данных:

- конфигурация объекта (матрица инцидентов);

- метрические характеристики элементов (длины участков, диаметры труб);
- индексы, определяющие материал, из которого изготовлены трубы;
- количество энергоузлов;
- общий приток через питатели;
- характеристики насосного оборудования или резервуаров;
- значения измеренных узловых потенциалов;
- погрешность датчиков, данные о геодезической съемке;
- совокупность констант, используемых в расчетах.

Выполняются преобразования исходных данных в систему СИ, перекодировка нумерации узлов системы, формирование ковариационной матрицы (реализуется подпрограммами: ARRAY_000, PATH_FILE, START_FILE, PROF_FILE, RD_1_GD, KODDAN, SYSTEM, WEIGHT_K, ERR0).

I.2. Формирование матриц смежности для независимых цепей и контуров графа,

отображающего схему взаимосвязи элементов объекта управления С, К, А для математической модели потокораспределения [1, 16, 17]. Матрица независимых цепей строится из условия фиксации потенциалов только в узлах присоединения источников питания (реализуется подпрограммами: KLASSV, SOSTK, SOSTL, POLAR).

I.3. Расчет начального потокораспределения для задачи анализа. Начальное потокораспределение формируется из условия, что через каждый энергоузел из системы забирается равное количество целевого продукта (реализуется подпрограммами: DELTP_S, QRASEX).

I.4. Расчет точного потокораспределения в соответствии с моделью потокораспределения методом Ньютона. Структурная модель системы задается ранее полученными матрицами смежности. Граничными условиями в энергоузлах (ЭУ) принимается равномерное потребление (реализуется подпрограммой POTOKEK).

Таблица 1

Назначение программных модулей пакета HYDROGRAPH (управляющие программы)

Индекс	Имя	Назначение
U1	DELTP	Расчет предварительного значения перепадов давлений на основе среднего гидравлического уклона
U5	KNTPRS	Расчет узловых давлений по результатам анализа точного потокораспределения
U7	M_FLOW	Диагностика координат и величины несанкционированных отборов (утечек)
U12	POTOKEK	Расчет точного потокораспределения в задаче анализа текущего состояния
U13	POTOKRE	Расчет точного потокораспределения в задаче анализа возмущенного состояния
U14	POTOK_F	Расчет точного потокораспределения при диагностике несанкционированных отборов (утечек)
U15	QRASPR	Расчет предварительного потокораспределения по расходам в задаче синтеза
U16	QRASEX	Расчет предварительного потокораспределения по расходам в задачах анализа
U18	RESULT	Формирование выходных файлов результатов по завершении задания
U19	M_OCENK	Реализация статического оценивания

Таблица 2

Назначение программных модулей пакета HYDROGRAPH
(программы формирования структурного состава)

Индекс	Имя	Назначение
S3	KLASSV	Классификация статуса узла
S5	OUTPUT	Расчет гидравлических эквивалентов АП
S6	POLAR	Определение знака элемента массива в цепях и контурах (установление ориентации потоков на участках относительно принятых направлений движения)
S7	REVERS	Оценка допустимости смены направления потока на участке
S8	SOSTK	Формирование массива участковых элементов контуров
S9	SOSTL	формирование массива участковых элементов независимых цепей
S10	TUPIK	исключение тупиковых элементов в набранном подграфе при выделении контура

Таблица 3

Назначение программных модулей пакета HYDROGRAPH (программы ввода-вывода)

Индекс	Имя	Назначение
W1	ARRAY	Обнуление всех рабочих массивов перед началом расчетов
W2	BL_CX_F	Ввод из файла конфигурации блок-схемы алгоритма и ее формирование на экране монитора
W3	DSKOUT	Преобразование рабочего файла пользователя при завершении текущего этапа расчетов или всего задания в целом
W4	FIND	Поиск всех элементов с уникальным индексом в матрице инцидентий при кодировке
W5	KODDAN	Перекодировка данных в условиях отсутствия сквозной нумерации по узлам
W6	KONT_F	Ввод файла контекстных сообщений
W7	MOVINT	Преобразование массивов целочисленных данных по узлу при кодировке
W8	MOVREL	Преобразование массивов вещественных данных по узлу при кодировке
W9	NUMB_KN	Вывод на монитор текущей информации по контролируемому узлу при диагностике утечек
W11	PATH_F	Ввод файла путей доступа ко всем информационным файлам, используемым программой при решении
W12	PROF_F	Ввод файла стандартных справочных данных
W13	RD_1_GD	Ввод первой группы данных из файла пользователя
W15	RD_3_GD	Ввод третьей группы данных из файла пользователя
W16	SYSTEM	Приведение исходных данных в систему единиц, используемую в расчетах (СИ)
W17	START_F	Ввод стартового файла инициализации задачи
W18	P_F_KNOT	Ввод данных по манометрической съемке в возмущенном состоянии
W21	PR_K_INF	Вывод текущей информации о процессе решения на монитор

Таблица 4

Назначение программных модулей пакета HYDROGRAPH (сервисные программы)

Индекс	Имя	Назначение
H1	AL_	Отметка о завершении выполнения очередного этапа расчетов на блок-схеме алгоритма
H2	CLEAR	Очистка экрана для последовательного вывода сообщений на монитор в процессе решения задач
H3	ERR0	Диагностика несвязности графа
H4	ERROR	Вывод на экран сообщений об ошибках в процессе решения задач
H5	FNAME	Распределение результатов расчета по соответствующим файлам
H6	KONTEXT	Распечатка контекстного сообщения на мониторе для информирования пользователя о ходе решения
H7	PAUSE	Прерывание счета для диалога с пользователем и передачи текущего состояния массивов данных в файл исходных данных при завершении очередного этапа
H8	PRLINE	Вывод на монитор строки информации
H9	REMARKA	Вывод на монитор сообщения (ремарки), содержащего имя обрабатываемого файла
H10	SOOB	Вывод текстовых сообщений на монитор в процедурах ввода-вывода
H11	TABL	Формирование таблиц результатов

Таблица 5

Назначение программных модулей пакета HYDROGRAPH (программы реализации математических методов)

Индекс	Имя	Назначение
M1	DECOMP	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента по столбцу (прямое преобразование рабочей матрицы)
M2	FORM_A_C	Формирование типовых элементов рабочей матрицы и столбца свободных членов в увязочных методах анализа
M3	FUN	Функция определения расчетных потерь давления на участке
M4	MPD	Поиск корня трансцендентного уравнения методом половинного деления
M5	SOLVE	Обратная подстановка в методе Гаусса

1.5. По совокупности $g_j \in G$ и гидравлическим сопротивлениям s_j определяются расчетные значения узловых потенциалов h_j^p во всех узлах (в том числе и ЭУ). По расчетным значениям потенциалов в ЭУ и известным отборам определяются гидравлические характеристики абонентских подсистем из

уравнений Бернулли (реализуется подпрограммами: M_OCENK, KNTPRS)

1.6. При дефиците измеряемых потенциалов в ЭУ присоединения потребителей (неплотная манометрическая съемка) осуществляется доопределение псевдоизмерений. Далее по известным значениям s_j и g_j

находятся недостающие значения h_j^B (реализуется подпрограммой M_OCENK).

I.7. Формируется и решается линейризованная система нормальных уравнений в методе наименьших квадратов. Итогом решения является совокупность поправок Δg_j к узловым отборам.

На каждом шаге решения (k) системы нормальных уравнений определяются статистические поправки к компонентам оцениваемого вектора независимых переменных Δg_j .

Кроме того, определяется среднеквадратическое отклонение получаемых оценок σ (реализуется подпрограммами: DECOMP, SOLVE).

I.8. Осуществляется проверка прерывания решения системы нормальных уравнений, для чего контролируется условие $\Delta g_j/g_j \leq \xi$, где ξ - заранее заданная погрешность решения. Если для всех энергоузлов это неравенство соблюдается, то принимается решение о прекращении вычислений. Если хотя бы для одного ЭУ условие не выполняется, то полученная на предыдущем шаге поправка добавляется к значениям g_j и осуществляется возврат к пункту I.7 (реализуется подпрограммой M_OCENK).

II.1. На основе манометрической съемки в исходном состоянии системы выполняется анализ потокораспределения. По полученным значениям Q_i определяются гидравлические характеристики эквивалентов АП (реализуется подпрограммами: POTOKEK).

II.2. Из множества узлов, для которых измерено давление в возмущенном состоянии, выбирают (произвольно) опорный узел (реализуется подпрограммой M_FLOW).

II.3. Выбирают начальный контрольный узел (k) и проводят анализ потокораспределения путем решения системы уравнений определяя поправки к участковым расходам δQ_i , с помощью которых находят участковые расходы Q_i в возмущенном состоянии. Нахо-

дят значение целевой функции F_k (реализуется подпрограммой P_F_KNOT).

II.4. Пункт II.3 выполняют до тех пор пока не будут проверены на наличие утечки все узлы расчетной схемы. В результате образуется совокупность величин целевой функции F_k и минимальному значению из них соответствует узел, в котором наиболее вероятна утечка (реализуется подпрограммой M_FLOW).

II.5. Если опорный узел совпадает с узлом наиболее вероятной утечки, то переход к пункту II.6. В противном случае опорный узел "перемещается" в узел наиболее вероятной утечки и выполняется возврат к пункту II.3. Таким образом, пункты II.3 и II.4 выполняются до тех пор, пока не будет справедливым условие пункта II.5 (реализуется подпрограммой M_FLOW).

II.6. Выполняется окончательный анализ возмущенного состояния системы при совмещении опорного и испытуемого узла, но по нелинейной модели. Найденная при этом величина утечки отвечает ее наиболее вероятному значению (реализуется подпрограммой POTOKEK).

III.1. Ввод исходных данных. К исходным данным относятся: заданная функция времени, определяющая характер зависимости величин утечки от времени; дисперсия гауссова шума, величина среднеквадратической погрешности оценивания состояния и диагностики утечек; диапазон амплитуды сигнала от утечки, в котором истинную утечку будем считать равномерно распределенной; выборка измерений сигнала совместно с шумом.

III.2. Последовательная проверка гипотезы.

На каждом шаге определяется оценка максимального правдоподобия отношения сигнал / шум. Определяются два порога. Составляется значение оценки с величинами найденных соответствующих порогов: если

оценка меньше порога, принимается решение об отсутствии сигнала (утечки); если оценка больше порога, принимается решение о наличии утечки; если оценка равна порогу, то принимается решение о продолжении наблюдения (данных для принятия обоснованного решения считается недостаточно).

III.3. Рекуррентная проверка гипотезы.

На каждом шаге, начиная со второго, составляется рекуррентное соотношение оценки максимального правдоподобия отношения сигнал / шум. Определяется порог. Полученные величины сопоставляются между собой при этом:

- а) если оценка больше порога, принимается решение о наличии утечки;
- б) если оценка меньше порога, считается, что утечка отсутствует.

III.4. Классическая проверка гипотезы.

На каждом шаге, начиная с третьего, оценивается наличие сигнала (утечки), проверяется по всей длине выборки. Для этого определяется оценка максимального правдоподобия отношения сигнал / шум.

Сопоставляются полученные величины между собой, при этом:

- а) если оценка больше порога, принимается решение о наличии сигнала;
- б) если оценка больше порога, считается, что утечка отсутствует.

Разработка программного продукта выполнялась в форме самостоятельных загрузочных модулей. Таких модулей два: `z_e_1(1).exe` и `z_e_1(2).exe`, каждый из которых выполняет отдельный этап рассмотренного алгоритма. Первый загрузочный модуль предназначен для реализации задачи статического оценивания, которая в алгоритме представлена пунктами I.1-1.8. Второй модуль реализует так называемый комбинированный алгоритм решения задачи, за основу которого принят статистический подход к диагностике утечек, изложенный в [1, 18]. В

алгоритме эта задача соответствует пунктам II.1-II.6. Функциональные схемы обоих загрузочных модулей представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Под функциональной схемой загрузочного модуля подразумевается схема взаимодействия отдельных программных единиц (подпрограмм) при реализации конкретной задачи. Головной модуль (управляющая программа) изображен в виде прямоугольника, поделенного на блоки с границами в виде пунктирных линий. Наименование каждого блока отвечает его назначению. В нижней части прямоугольника приводится список подпрограмм, к которым выполняется обращение. Перечень их номеров указывается в скобках, причем каждый номер соответствует индексу программы, указанному в табл. 1-5.

Отдельные программные модули (подпрограммы), используемые при решении задачи, на функциональной схеме показаны, как и головной модуль, в виде прямоугольников, поделенных на две части. В верхней - указан индекс программы и ее имя, а в нижней - перечень обращений из данного модуля к другим составным частям пакета. Пустое место в нижней части прямоугольника указывает на отсутствие каких-либо обращений из данной программной единицы. При компоновке функциональных схем используемые подпрограммы, относящиеся к одной группе, объединены в столбцы.

Диагностике утечек в гидравлических системах посвящены работы [2, 3]. Рассмотренные задачи необходимо решать на основе применения математических моделей потокораспределения [4], полученных на основе энергетического эквивалентирования [5, 6]. Дополнительно при решении задач диагностики и при обработке численных данных, требуется рассмотреть задачи информационной безопасности [7, 8, 9, 10, 11].

головной модуль	модули управления	модули структурного состава	модули ввода- вывода	сервисные и математические модули
ввод исходных данных формирование структурного состава расчет начального поток- распределения анализ точного поток- распределения в исходном состоянии ввод данных по манометрической съемке в возмущенном состоянии цикл расчетов по диагностике утечек вывод результатов U (5,7,12,13,18); S (3,5,6,8,9); W (1,2,3,5,6,11,12, 15,18); H (1,3,6,7,9)	<u>U5 KNTPRS</u>	<u>S3 KLASSV</u>	<u>W1 ARRAY</u>	<u>H1 AL</u>
	<u>U7 M FLOW</u> U(5,13,14); W9	<u>S5 OUTPUT</u> H4; M4;	<u>W2 BL CX F</u>	<u>H2 CLEAR</u>
	<u>U12 POTOKEK</u> S6;H4;M(1,2,3,5);	<u>S6 POLAR</u>	<u>W3 DSKOUT</u>	<u>H3 ERR0</u> H4;
	<u>U13 POTOKRE</u> S6;H4;M(1,2,3,5);	<u>S8 SOSTK</u> S10; H4;	<u>W4 FIND</u>	<u>H4 ERROR</u> H(2,8);
	<u>U14 POTOK F</u> M(1,3,5);	<u>S9 SOSTL</u> H4;	<u>W5 KODDAN</u> W (4,7,8);	<u>H5 FNAME</u>
	<u>U18 REZULT</u> H(5,10,11);	<u>S10 TUPIK</u>	<u>W6 KONT F</u>	<u>H6 KONTEXT</u>
			<u>W7 MOVINT</u> H4;	<u>H7 PAUSE</u> W3;H2;
			<u>W8 MOVREL</u> H4;	<u>H8 PRLINE</u>
			<u>W9 NUMB K</u>	<u>H9REMARKA</u>
			<u>W11 PATH F</u>	<u>H10 SOOB</u>
			<u>W12 PROF F</u> H(2,10)	<u>H11 TABL</u>
			<u>W15 RD 3 GD</u> H(2,10)	
			<u>W17 START F</u>	<u>M1 DECOMP</u> H4; M5
			<u>W18 PF KNO</u> U5;S(6,9)	<u>M2 FORM A</u> M3;
				<u>M3 FUN</u>
				<u>M5 SOLVE</u> H4
				<u>M4 MPD</u> M3

Рис. 1 - Функциональная схема загрузочного модуля z_e_1(2).exe

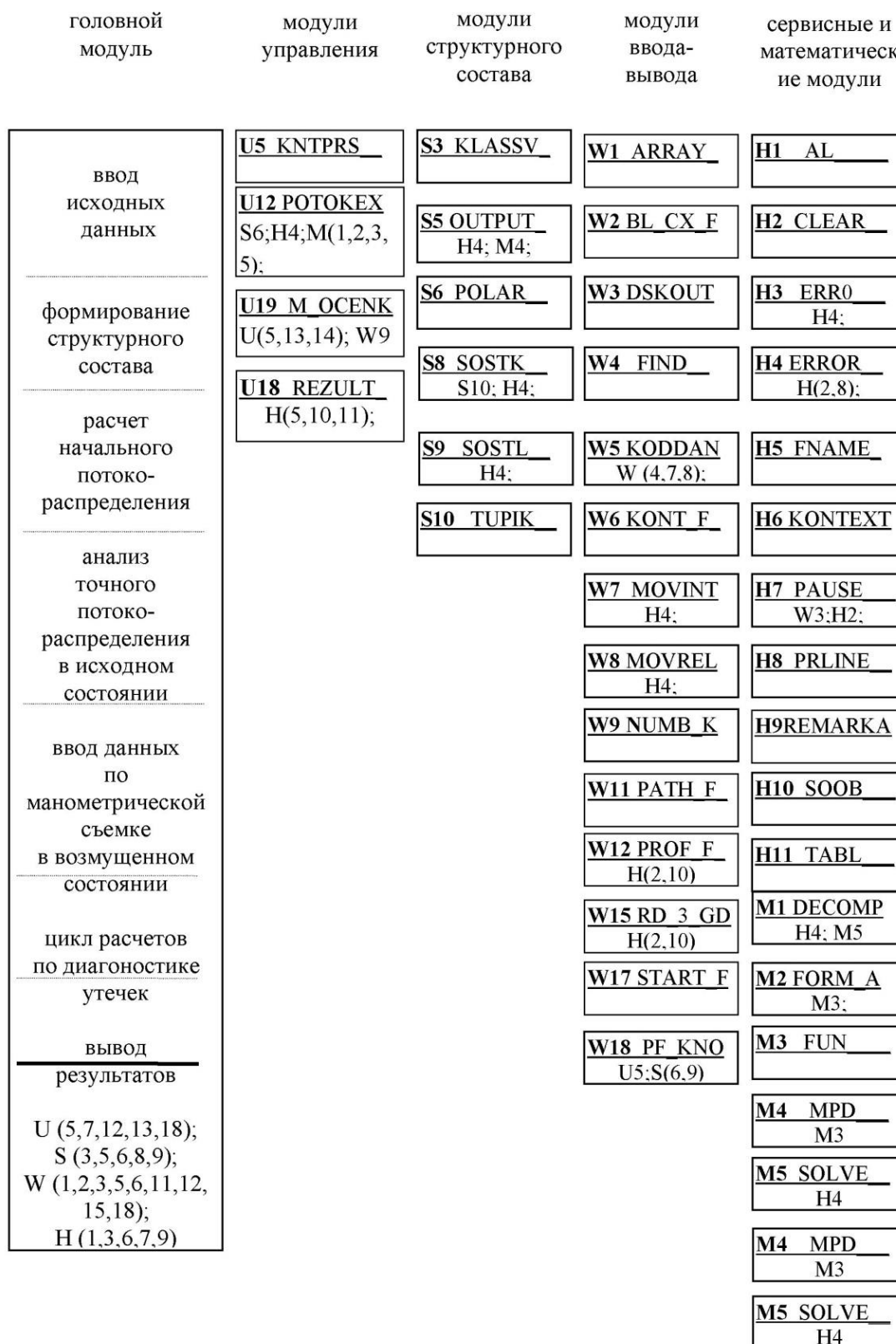


Рис. 2 - Функциональная схема загрузочного модуля z_e_1(1).exe

Комплексно нужно также решать ряд вспомогательных задач, неизбежно возникающих в случае возникновения утечек и пожаров [12, 13]. Необходимо так же решать

задачи обеспечения комплексной безопасности [14, 15]. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [16, 17].

Библиографический список

1. Сазонова, С.А. Разработка методов алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Воронеж, 2000.
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. 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.
4. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.
5. 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.
6. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния систем теплоснабжения / И.С. Квасов, С.А. Сазонова // В сборнике: Математическое моделирование информационных и технологических систем. - Воронеж, 2002. - С. 111-115.
7. Жидко, Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты // Е.А. Жидко. Воронеж.- 2016. - 123 с.
8. Попова, Л.Г. Информационный мониторинг безопасности и устойчивости развития организации в XXI веке / Л.Г. Попова, С.В. Барковская, Е.А. Жидко // Информация и безопасность. -2009. -Т. 12. № 4. - С. 497-518.
9. Жидко, Е.А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности / Е.А. Жидко // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы сетевых объектов / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 1 (16). - С. 40-42.
17. 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.

УДК 681.3:516.8

Воронежский государственный университет
Доктор технических наук, доцент Т.В. Азарнова,
E-mail: ivdas92@mail.ru
студент Е.Ю. Обущенко, E-mail: evgenyobuschenko@yandex.ru
Россия, г.Воронеж

Voronezh State University
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor T.V. Azarnova,
E-mail: ivdas92@mail.ru
student E.Yu. Obushchenko, E-mail: evgenyobuschenko@yandex.ru
Russia, Voronezh

Е.Ю. Обущенко, Т.В. Азарнова

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИНТЕЗА ТЕСТОВЫХ СПОСОБОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ СВЯЗИ ОТ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК

Аннотация: статья посвящена описанию возможностей разработанного программного обеспечения, предназначенного для синтеза полного множества тестовых способов информационно-технических воздействий для организации системы защиты сетей связи от компьютерных атак

Ключевые слова: синтез полного множества, способы информационно-технического воздействия, уязвимости систем связи, защита сетей связи

Е. Yu. Obuschenko, T.V. Azarnova

SOFTWARE FOR THE SYNTHESIS OF TEST METHODS OF EXPOSURE TO THE SYSTEM OF PROTECTION OF COMMUNICATION NETWORKS FROM COMPUTER ATTACKS

Annotation: The article is devoted to the description of the capabilities of the developed software designed to synthesize the full set of test methods of information and technical influences for organizing a system for protecting communication networks from computer attacks

Keywords: synthesis of the full set, methods of information technology exposure, communication system vulnerabilities, protection of communication networks

В современном мире информационные технологии являются одним из наиболее развивающихся направлений человеческой деятельности. Вместе с их развитием растет и значимость информационных ресурсов. Информационные ресурсы являются объектом права собственности и не менее ценным ресурсом, чем материальные или энергетические. Поэтому их защита признана сегодня одной из наиболее актуальных проблем. На современном этапе развития информационных систем и технологий, практически каждый пользователь данных инструментальных средств хорошо знаком со понятием «компьютерные атаки».

Компьютерная атака (удалённая) — информационное разрушающее воздействие на распределённую систему информационно-технических средств (ИТС). К компьютерным атакам будем относить программные и электромагнитные воздействия. Их различие в том, что воздействующим фактором в первом случае является полученная после выделения из электромагнитных или электриче-

ских сигналов совокупность цифровых данных, являющихся исходными для алгоритмов функционирования ИТС, а во втором случае — электромагнитный или электрический сигнал, несущий исходные данные для алгоритмов функционирования ИТС только в своих амплитудных, частотных, фазовых, временных и пространственных характеристиках. Компьютерным атакам подвержены системы сетей связи, а также распределённые системы, поскольку их компоненты обычно используют открытые каналы передачи данных, и нарушитель может не только проводить пассивное прослушивание передаваемой информации, но и модифицировать передаваемый трафик.

По характеру воздействия атаки делятся на две группы: пассивные и активные. Первый тип воздействий на распределённую вычислительную систему (РВС) представляет собой некоторое воздействие, не оказывающее прямого влияния на работу системы, но в то же время способное нарушить её политику безопасности. Отсутствие прямого влияния на работу РВС приводит именно к тому, что пассивное удалённое воздействие

(ПУВ) трудно обнаружить. Возможным примером типового ПУВ в РВС служит прослушивание канала связи в сети. Активное воздействие на РВС — воздействие, оказывающее прямое влияние на работу самой системы (нарушение работоспособности, изменение конфигурации РВС и т. д.), которое нарушает политику безопасности, принятую в ней. Активными воздействиями являются почти все типы удалённых атак. Связано это с тем, что в саму природу наносимого ущерба воздействия включается активное начало. Явное отличие активного воздействия от пассивного — принципиальная возможность его обнаружения, так как в результате его осуществления в системе происходят некоторые изменения. При пассивном же воздействии, не остается совершенно никаких следов.

Классификация компьютерных атак по цели воздействия:

- нарушение функционирования системы (доступа к системе),
- нарушение целостности информационных ресурсов (ИР),
- нарушение конфиденциальности ИР.

Признак, по которому производится классификация, по сути есть прямая проекция трех базовых разновидностей угроз — отказа в обслуживании, раскрытия и нарушения целостности. Также при выполнении компьютерных атак систему связи возможно перевести в состояние потери работоспособности, сниженной эффективности функционирования, управляемости или доступности для углубленного анализа источником воздействия.

Уровни эталонной модели взаимодействий открытых систем, на котором осуществляется воздействие:

- физический, - канальный,
- сетевой, - транспортный,
- сеансовый, - представительный,
- прикладной.

Компьютерные атаки производятся на перечисленных шести уровнях, используя физический уровень в качестве среды доставки воздействующего фактора.

Для обеспечения безопасности используемой системы связи необходимо решить задачу разработки полного множества тестовых удаленных компьютерных атак для потенциально доступной злоумышленнику информации об алгоритмах функционирования

системы.

На основе способа разработки тестовых удаленных информационно-технических воздействий на пространственно - распределенные системы [1] информационно - технических средств разработано программное обеспечение, синтезирующее полное множество тестовых способов компьютерных атак на системы связи. Формирование множества тестовых способов основывается на понятиях локального и распределенного алгоритмов. Описание данных алгоритмов приведено в работе [2].

Возможности программного обеспечения:

- добавлять/удалять локальные алгоритмы функционирования информационно-технических средств;
- добавлять/ удалять/ перемещать/ соединять элементы блок-схем локальных алгоритмов функционирования информационно-технических средств;
- задавать/изменять номенклатуру сообщений в элементах блок-схем локальных алгоритмов функционирования информационно-технических средств;
- задавать/изменять информационные элементы в сообщениях и указывать информационные элементы, используемые при получении полного множества тестовых способов информационно-технического воздействия;
- формировать объектный файл, содержащий локальные алгоритмы функционирования информационно-технических средств в редуцированной форме, оптимизированной для получения полного множества тестовых способов информационно-технического воздействия на информационно-технические средства анализируемой пространственно-распределенной системы;
- формировать тестовые способы информационно-технического воздействия на информационно - технические средства, содержащие последовательность действий для реализации информационно - технического воздействия, параметры и содержание принимаемых и формируемых в каждом способе сообщений;
- формировать отчет о результатах работы программного комплекса, содержащий информацию об анализируемой пространственно - распределенной системе информационно - технических средств, представле-

ние алгоритмических моделей процесса функционирования всех информационно - технических средств пространственно - распределенной системы в виде блок-схем, номенклатуру, содержание и установленные оператором параметры сообщений, используемых в системе, а также полученный список тестовых способов информационно - технического воздействия на информационно - технические средства анализируемой пространственно-распределенной системы.

Для синтеза тестовых способов компь-

юттерных атак необходимо задать информацию о характеристиках системы, передаваемых сообщениях в данной системе связи и их информационных элементах, существующих в каждом сообщении.

На рис.1 представлен интерфейс окна «Настройки проекта».

На следующем этапе необходимо построить алгоритмическую модель конкретной системы связи. Пример построения представлен на рис. 2.

Настройки проекта

Имя проекта: Sample2

Описание проекта: Sample2

Уровень превышения излучаемого сигнала для подавления над легитимным сигналом, дБ = 10

Количество накапливаемых сообщений = 6

Минимальное время отправки сообщения, мс = 2

Количество повторов ИТВ = 3

Время задержки, мкс = 2000

Количество сообщений: 4 | Добавить сообщение | Удалить выбранное сообщение

Количество инф. элементов: 15 | Добавить информационный элемент | Удалить выбранный информационный элемент

Сообщения:

№	Имя сообщения	Длина бит сообщения	Время ожидания	Частота в МГц	Описание сообщения
1	RTS	160	10000	2412	Описание сообщения RTS
2	CTS	112	10000	2412	Описание сообщения CTS
3	DATA	352	10000	2412	Описание сообщения DATA
4	ACK	112	10000	2412	Описание сообщения ACK

Информационные элементы:

№	Имя инф. элемента	Длина бит	Определяющий	Генерируемый	Значение по умолчанию	Нижняя граница интервала генерации	Верхняя граница интервала генерации	Описание
1	Protocol type	2	☐	☐	10			Описание...
2	Type	2	☒	☐	10			Описание...
3	Sub Type	4	☒	☐	1101			Описание...
4	To DS	1	☐	☐				Описание...
5	From DS	1	☐	☐				Описание...
6	More fragment	1	☐	☐				Описание...
7	Retry	1	☐	☐				Описание...
8	Power manager	1	☐	☐				Описание...
9	More Data	1	☐	☐				Описание...
10	Protected Frame	1	☐	☐				Описание...
11	Order	1	☐	☐				Описание...

Рис. 1 - Интерфейс окна «Настройки проекта»

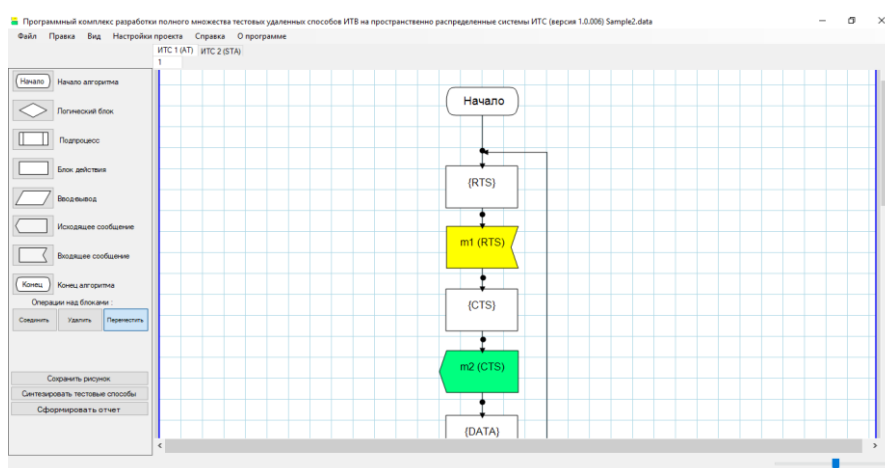


Рис. 2 - Интерфейс рабочего поля

Построение алгоритмической модели происходит по следующим правилам:

- каждому входящему сообщению в любом локальном алгоритме должно соот-

ветствовать исходящее сообщение в другом локальном алгоритме;

- передача сообщений в рамках одного локального алгоритма недопустима;

- циклы формируются только с использованием логического блока;

- локальный алгоритм должен иметь начальный блок;

- в случае отсутствия блока завершения алгоритма алгоритм должен быть зацикленным;

- на пути от возникновения информационного элемента сообщения до его использования может быть передача сообщений только между различными алгоритмами;

- возникновение и/или использование и/или уничтожение информационного элемента сообщения не должно осуществляться в процессе его передачи в сообщении;

- в каждом блоке может быть только один вход и один или несколько (условный блок) выходов; исключения составляют начальный блок, из которого существует только один выход, и конечный блок, в который может быть более одного входа.

В случае невыполнения вышеуказанных критериев программное средство отображает оператору сообщение об ошибке.

Если построение локальных алгоритмов выполнено корректно, по нажатию клавиши «Сгенерировать отчет» запускается процесс анализа рассматриваемой системы, включающий построения локального и распределенного алгоритмов, после чего будет сгенерирован и открыт отчет в формате MS Word.

Важно отметить, в формируемом отчете содержится информация в виде обобщенного текстового описания компьютерных атак. Пример данного отчета изображен на рис 3. Для блока реализации тестовых способов компьютерных атак генерируются специальные файлы бинарного типа, содержащие конкретные действия на машинном коде, производящие конкретную компьютерную атаку.

Подводя итог можно сделать вывод о том, что решив задачу разработки полного множества тестовых удаленных компьютерных атак для потенциально доступной злоумышленнику информации об алгоритмах функционирования систем связи, безопасность систем связи возможно повысить, приняв меры по ее защите, описанные в выходных файлах, разработанного программного обеспечения.

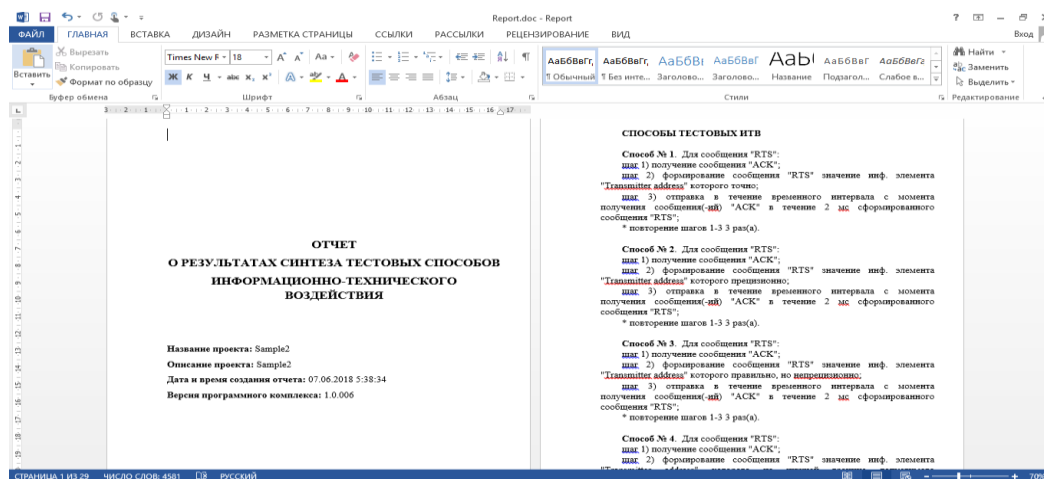


Рис. 3 - Интерфейс рабочего поля

Библиографический список

1. Бойко А.А. Способ разработки тестовых удаленных информационно - технических воздействий на пространственно - распределенные системы информационно - технических средств. / А.А. Бой-

ко, А.А. Дьякова. – Спб. : Защита информации, 2014 – 84 с.

2. Tel G. Introduction to Distributed Algorithms / G. Tel. – N. Y. : Cambridge University Press, 2001. – 612 p.



УДК 336:658.012.4 + 004

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Канд. техн. наук, доцент Р.Ф. Тазиева,
E-mail: ram89_89@mail.ru
Студентка магистратуры П.Р. Зулкorneева,
E-mail: zulkorneeva.96@mail.ru
Студент бакалавриата А.А. Шакиров,
E-mail: shakirov_aa@mail.ru
Россия, Казань

Kazan National Research Technological University
Ph. D. in Engineering, associate professor R.F. Tazieva,
E-mail: ram89_89@mail.ru
Graduate student P.R. Zulkorneeva,
E-mail: zulkorneeva.96@mail.ru
Student A.A. Shakirov
E-mail: shakirov_aa@mail.ru
Russia, Kazan

П.Р. Зулкorneева, Р.Ф. Тазиева, А.А. Шакиров

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Аннотация: Разработано программное обеспечение для имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода и расчета рисков инвестиционного проекта на основе законов распределения Гаусса, Шарлье и метода Монте-Карло

Ключевые слова: чистый дисконтированный доход, риск инвестиционного проекта, имитационное моделирование, распределение Гаусса, распределение Шарлье, метод Монте-Карло, программное обеспечение

P.R. Zulkorneeva, R.F. Tazieva, A.A. Shakirov

THE SOFTWARE FOR INVESTMENT PROJECT RISK CALCULATION

Abstract: The software for simulation of the net present value and an investment project risks calculation based on Gauss and Charlier distribution and the Monte-Carlo method is developed

Keywords: net present value, risk of investment project, simulation modeling, Gauss distribution, Charlier distribution, Monte-Carlo method, software

Введение. На стадии планирования инвестиционных проектов руководители предприятий сталкиваются с задачей количественной оценки проектных рисков. Выделяют несколько методик проведения подобного анализа, среди которых методы сценарного анализа, имитационного моделирования и анализа чувствительности, направленные на исследования влияния различных факторов на итоговую эффективность проекта. В качестве показателя эффективности вложения в инвестиционный проект применяют чистый дисконтированный доход NPV, который представляет собой разницу между текущей стоимостью притока денежных

средств и текущей стоимостью оттока денежных средств, в течение определенного периода времени. Согласно правилу финансового менеджмента: «Если $NPV > 0$, то инвестиционный проект следует принимать к реализации, если $NPV < 0$, то проект подлежит отклонению» [1,2].

Чистый дисконтированный доход вычисляют по формуле:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{[Q(P-V) - F - A] \times (1-T) + A}{(1+r)^i} + \frac{S}{(1+r)^n} - I_0, \quad (1)$$

где P – цена, Q – объем выпуска, V – условно-переменные расходы на единицу продукции, I_0 – инвестиции, r – ставка дисконтирования, n – срок реализации проекта, F – условно-постоянные затраты, A – амортизация, T –

ставка налога на прибыль, S - остаточная стоимость; под символом суммы в числителе формулы (1) стоят чистые платежи, представляющие собой аннуитет.

Цель работы заключается в создании программного обеспечения для расчета риска инвестиционного проекта на основе результатов моделирования чистого дисконтированного дохода.

В большинстве экономических исследований чистый дисконтированный доход моделируют на основе нормального закона распределения. Функция плотности вероятности нормального закона распределения имеет вид:

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

где μ - математическое ожидание (среднее значение), σ - среднее квадратическое отклонение, σ^2 - дисперсия.

Однако в работах авторов [3,4] показано, что при существенных, но не больших значениях среднее квадратическое отклонение значений цены, объема выпуска, условно переменных расходов, распределение чистого дисконтированного дохода подчиняется с большей вероятностью закону распределения Шарлье, который является частным случаем нормального распределения. Плотность распределения случайной величины распределенной по закону Шарлье, описывается формулой [5]:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \times \pi \times \sigma}} \times e^{\frac{t^2}{2}} \times \left(1 - \frac{A_s}{6} \times (3 \times t - t^3) + \frac{E_x}{24} \times (t^4 - 6 \times t^2 + 3) \right),$$

$$t = \frac{x - \mu}{\sigma}, \quad -\infty < x < \infty \quad (3)$$

где μ - параметр положения, математическое ожидание (среднее значение), σ - параметр масштаба, стандартное отклонение, A_s - параметр формы, асимметрия, E_x - параметр формы, эксцесс случайной величины X .

В основу метода расчета риска инвестиционного проекта согласно законам распределения Гаусса и Шарлье заложено сле-

дующее правило: функция распределения случайной величины является ее исчерпывающей характеристикой, т.е. знание функции распределения обеспечивает исследователя (инвестора) полнейшей информацией о возможном поведении чистого дисконтированного дохода NPV в будущем, так как позволяет вычислить любую из вероятностей вида $P\{NPV > W\}$, где W - любая сумма (доллар, евро или руб.), то есть вероятность того, что чистый дисконтированный доход превзойдет денежную сумму W . Согласно правилу финансового менеджмента проект принимают к реализации в случае положительного значения чистого дисконтированного дохода [4, 5]. Поэтому значение риска будет соответствовать вероятности того, что NPV будет больше нуля и, следовательно, проект следует принимать к реализации: $P\{NPV > 0\} = 1 - P\{NPV \leq 0\} = 1 - F(0)$.

Все вышеперечисленные положения были заложены в основу программного обеспечения для расчета рисков инвестиционного проекта, разработанного на основе технологии Windows Forms в IDE Visual Studio Community 2017. На рисунке 1 показана функциональная диаграмма программного обеспечения, согласно которой можно выделить три функциональных блока, отвечающих за моделирование чистого дисконтированного дохода, проверку гипотез о соответствии полученных результатов теоретическим законам распределения и расчета рисков инвестиционного проекта.

При моделировании чистого дисконтированного дохода принято, что все параметры формулы 1 являются постоянными, кроме величин P , Q , V , которые распределены по нормальному закону с заданными значениями μ и σ^2 . В программе для моделирования величин P , V , Q заложен метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсалы [6].

Для определения статистических характеристик чистого дисконтированного дохода в каждой реализации имитационного моделирования получали 10000 значений чистого дисконтированного дохода, по которым программа проводит проверку на соответ-

ствии NPV законам распределения Гаусса и Шарлье по критерию χ^2 Пирсона и приближенным критериям нормальности на основе

расчета асимметрии, эксцесса и их средне-квадратических ошибок.

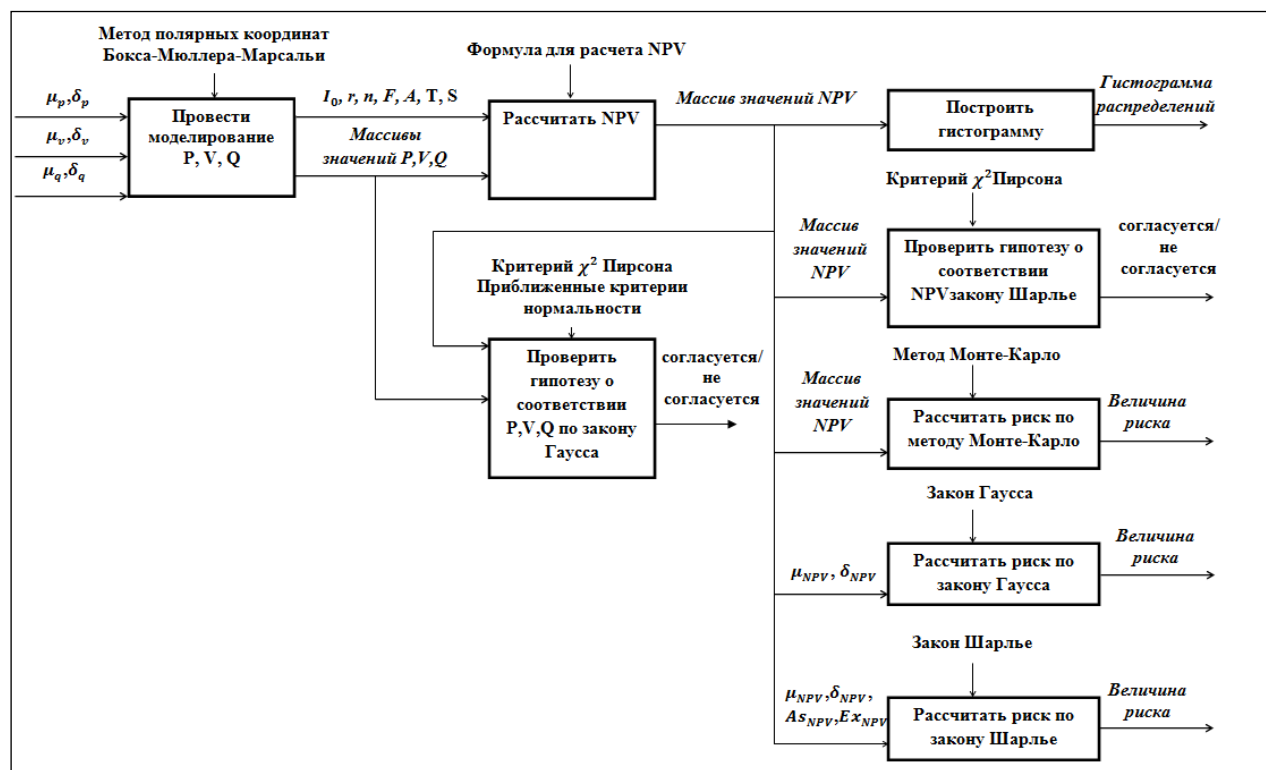


Рис. 1 - Функциональная диаграмма

Расчет величины риска инвестиционно-го проекта программа проводит по функциям распределения Гаусса и Шарлье и методу Монте-Карло на основе результатов имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода.

Значение риска соответствует вероятности получения положительного чистого дисконтированного дохода NPV, рассчитываемого по функциям распределения Гаусса и Шарлье как: $P\{NPV > 0\} = 1 - P\{NPV \leq 0\} = 1 - F(0)$.

Риск инвестиционного проекта по методу Монте-Карло программа рассчитывает, как отношение количества отрицательных значений чистого дисконтированного дохода NPV к общему количеству значений NPV в одной реализации.

Таким образом, авторами разработано визуальное приложение, позволяющее проводить имитационное моделирование чисто-

го дисконтированного дохода и рассчитывать риск инвестиционных проектов на основе законов распределения Гаусса, Шарлье и метода Монте-Карло. Данное программное обеспечение безусловно будет полезным инструментом количественного анализа эффективности проекта и оценки целесообразности инвестирования в проект.

Библиографический список

1. Теплова, Т. В. Финансовый менеджмент: управление капиталом и инвестициями. – Москва: ГУ ВШЭ, 2000. – 504 с.
2. Лукасевич, И.А. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений: учеб. пособие. – Москва: ЮНИТИ, 1998. – 400 с.
3. Титов А.Н., Тазиева Р.Ф., Фадеева Е.П. Имитационное стохастическое моделирование чистого дисконтированного дохода и риска инвестиционного проекта // Вестник

технологического университета. – Казань, 2017. – Т. 20. – № 19. – С. 88-92.

4. 2. Титов А.Н., Тазиева Р.Ф., Фадеева Е.П. Выбор вероятностной модели чистого дисконтированного дохода и стохастическое моделирование инвестиционного риска с целью его оптимизации. Вестник технологического университета. – Казань, 2017. – Т. 20. – № 19. – С. 88-92.

5. Вадзинский, Р. Н. Справочник по вероятностным распределениям. – Санкт - Петербург: Наука, 2001. – 295 с.

6. Моделирование случайных величин и проверка гипотез о виде распределения: учебно-методическое пособие / Зорин А. В [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 19 с.

УДК: 616-053.5.007

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко,
Ассистент О.В.Гурович, E-mail: olgavicg@yandex.ru
Россия, г.Воронеж

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Associate professor O.V. Gurovich
E-mail: olgavicg@yandex.ru
Russia, Voronezh

О.В. Гурович

ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация: Проводится сравнение способов графического моделирования справочных показателей физического развития детей. Показано, что актуализация индивидуального мониторинга может быть осуществлена с использованием возрастных диаграмм представляющих процентильное распределение антропометрических параметров. Для популяционного мониторинга удобно использование z-score, которое в наглядной форме может быть представлено блоковыми графиками

Ключевые слова: физическое развитие, диаграммы развития, визуализация, мониторинг

О.V. Gurovich

VISUAL MODELING REFERENCE INDICATORS PHYSICAL DEVELOPMENT

Abstract: It gives the result of visual modeling of measured height and weight for boys and girls at every age. It's shown that attaining models allows to construct diagnostic screening and research physical development of children of different age and sex

Keywords: physical development, diagram development, visualization, monitoring

Одним из инструментов наблюдения за состоянием здоровья детей и подростков является оценка физического развития. Индивидуальный мониторинг служит для определения отклонений в развитии отдельного ребенка, прогнозирования его дальнейшего развития или скрининг - диагностики различных патологий в медицинской практике [1]. Популяционный мониторинг используется в социально - экономических исследованиях и осуществляет сравнительный анализ физического развития различных групп населения в рамках изучения влияния социально-экономических, политических, экологических и других внешних факторов [2].

Методика проведения оценки физического развития основывается на некоторых средствах сравнения с эталонными показателями ребенка того же возраста и пола. Критерием неблагополучия является отклонение показателей физического развития от справочных или стандартных показателей.

Для представления нормативных показателей физического развития используют [3]:

– таблицы, отражающие среднее значение (М) и отклонение от него, измеряемое величиной среднего квадратического отклонения (сигма) или процентильные значения;

– диаграммы, соответствующие определенному значению отклонения от среднего значения или процентильных значений.

Представление значений в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (σ) основывается на предположении, что описываемые данные распределены по нормальному закону с параметрами M и σ , совпадающими с выборочным средним значением (средним арифметическим) – M и средним квадратичным отклонением – (сигма). Представление $M \pm \sigma$ при совпадении выборочного с теоретическим нормальным распределением однозначно, полно и компактно описывает выборку.

В отечественной практике был распространен коэффициент стандартного отклонения (sds), который показывает отношение разницы измеренного и среднего значения в числе СКО. Соответственно, отрицательный знак коэффициента стандартного отклонения указывает, что значение меньше стандартного среднего значения, а положительный, что больше. Таким образом, коэффициент стандартного отклонения показывает во скольких сигмальных отклонениях или СКО от среднего расположены анализируемые данные и используется в популяционном мониторинге, поскольку вычисление коэффициента стандартного отклонения позволяет анализировать выборку целиком, не опасаясь возрастного влияния, сильно выраженного у детей.

Оценка методом сигмальных отклонений затруднена ввиду необходимости проведения вычислений. Для удобства и наглядности проведения оценок используют не таблицы, а диаграммы, т. е. справочные кривые, соответствующие критериальным значениям сигмальных отклонений -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 и другие вариации [4, 5].

Альтернатива – использование центильных таблиц и коридоров. Центильные таблицы (или графики) определяют количественные границы показателей длины и массы тела у определенной доли или процента (центиль) детей в зависимости от возраста. Так как центильный метод не ограничен характером распределения, он приемлем для оценки любых показателей. Метод прост в работе, поскольку при использовании цен-

тильных таблиц или графиков исключаются всякие расчеты.

В работе [6] показано, что квантильно-регрессионные модели могут быть использованы для пересчета процентилей в сигмальные отклонения и наоборот, поэтому легко получить преобразование из процентилей в стандартные отклонения и обратно при известных коэффициентах [4, 7]:

$L(t,s)$ – справочное или стандартное значение степени трансформации для данного пола s и возраста t ,

$M(t,s)$ – среднее значение справочного или стандартного показателя для данного пола s и возраста t ,

$S(t,s)$ – справочное или стандартное значение коэффициента вариации для данного пола s и возраста t .

Любая процентиль 100 τ или квантиль порядка τ может быть вычислена по формуле:

$$Q_{\tau}(x) = \begin{cases} M(x)(1 + L(x)S(x)z(\tau))^{1/L(x)}, & L(x) \neq 0, \\ M(x)\exp(S(x)z(\tau)), & L(x) = 0 \end{cases}$$

В отечественной практике распространено применение 3-й, 10-й, 25-й, 50-й, 75-й, 90-й и 97-й процентиля, промежутки между которыми называют центильными коридорами. Значения соответствующей процентиля представляют собой справочное значение.

И значение числа стандартного отклонения (z -score) или коэффициент стандартного отклонения, учитывающий форму распределения антропометрических показателей может быть получено как [4]:

$$z_score = \frac{\left(\frac{x(t,s)}{M(t,s)} \right)^{L(t,s)} - 1}{L(t,s) \cdot S(t,s)}.$$

Графическое отображение справочных кривых как для сигмальных отклонений, так и для центильных коридоров отображается в виде диаграмм [8]. Типичная диаграмма развития представляет собой семейство кривых, состоящих из нескольких условных квантилей распределения показателя физического развития. Каждый квантиль $Q(\tau/t,s)$ делит

диапазон значений исследуемого параметра на две части, с соотношением τ к $(1-\tau)$ значений в каждой. Соответственно процентиля делят область измерения исследуемого параметра на 100 интервалов (децили на 10, квантили на 4, медиана на 2), с равной вероятностью нахождения отдельно взятого значения в каждом из этих интервалов. Каждая точка кривой развития соответствует определенному значению стандартного отклонения (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) либо процентиля (3, 10, 25, 50, 75, 90, 97) для данного возраста [9].

Использование диаграммы развития для индивидуального мониторинга массы тела больного с хроническим заболеванием представлено на рис. 1. В качестве критерия

отклонения развития используется выход текущего наблюдения за пределы центильного коридора. Возрастная динамика первичных измерений может отображаться различными способами, например, наложение точек – измерений на процентильные диаграммы. Такая актуализация значительно облегчает восприятие и может использоваться не только педиатрами, но и родителями для оперативного контроля за здоровьем ребенка.

Также процентильные кривые могут быть сопоставлены для анализа региональных справочников, полученных в разные периоды наблюдения [10], в разных регионах, а так же для сопоставления со стандартными [11] и различными справочниками [12].

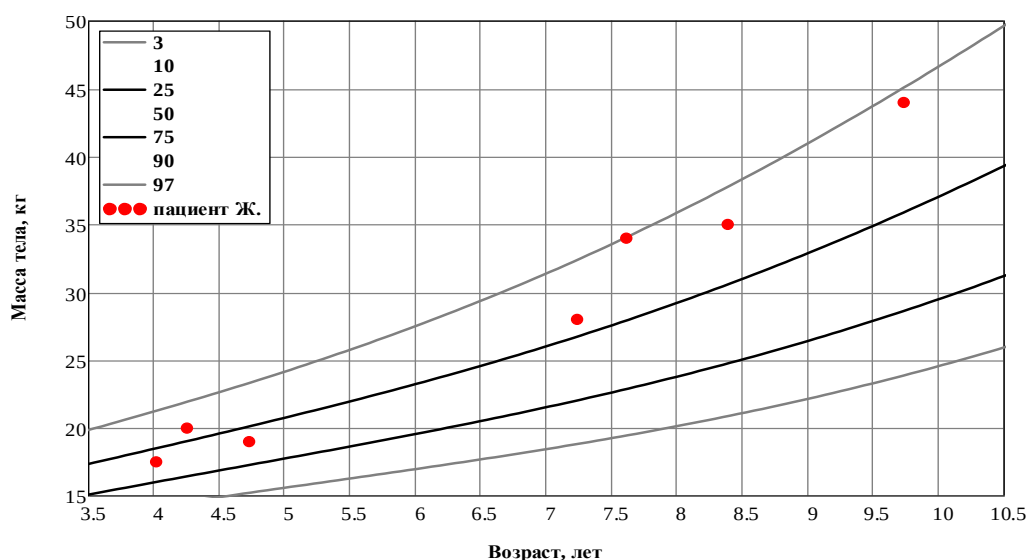


Рис. 1 - Индивидуальный мониторинг больного с использованием диаграмм развития

Z-score удобны для популяционного мониторинга, поскольку уже представляют оценку каждого наблюдения по стандартизованной шкале и могут быть обработаны различными методами статистического анализа. А для визуализации наиболее удобно представление описательных статистик на блоковых графиках.

Схема построения блокового графика представлена на рис. 2. Эта наиболее полное представление, которое позволяет показать различия средних, вариации, разброса значений, и, даже формы распределении сравниваемых групп. Этот набор отображаемых па-

раметров в зависимости от исследовательской задачи может варьироваться.

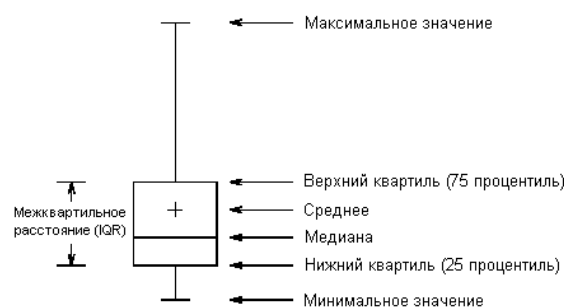


Рис. 2 – Схема построения блокового графика

Поскольку Z-score являются безразмерными, то на одном графике могут отображаться различные показатели, что позволяет легко их интерпретировать и анализировать. На рис. 3 представлено сопоставление трех показателей физического развития в одной

группе. Аналогичным образом может быть сопоставлена и возрастная динамика, что позволяет представлять большой объем первичных наблюдений в краткой и наглядной форме.

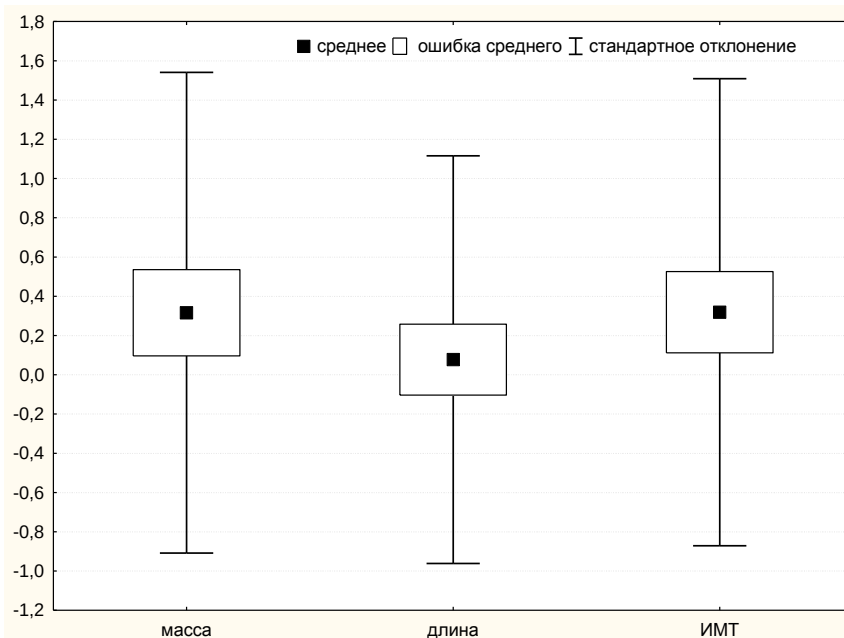


Рис. 3 – Сопоставление различных показателей с использованием z-score

Таким образом, использование инфографики является эффективным средством врачебно-педагогического контроля за физическим развитием и особенно полезно в индивидуальном мониторинге, так как позволяет последовательно отслеживать изменения в развитии каждого ребенка. Нанесение наблюдаемых значений длины и массы тела ребенка на карту индивидуального мониторинга является удобным и простым инструментом скрининг-диагностики физического развития и может быть использовано родителями, педагогами и социальными работниками.

Библиографический список

1. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство. Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006 – 432 с.
2. Максимова Т.М., Лушкина Н.П. Физическое развитие детей России: определение путей оценки и выявления проблемных ситуаций в росте и развитии подрастающего

поколения//

1. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013, № 4. – С. 3-7.
2. Львович И.Я., Минакова О.В. Сравнение способов представления справочных показателей длины и массы тела детей // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2007. — Т. 6., № 3. — С. 737-741.
3. Borghi E. Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves./E Borghi, M. de Onis, C Garza, Van den Broeck J, EA Frongillo//Statistics in Medicine. – 2006. – Vol. 25:– P. 247–265
4. de Onis M, Onyango A, Borghi E, et al. Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards// Public Health Nutr. – 2012;15(9):1603–1610. doi: 10.1017/S136898001200105x
5. Львович И.Я., Минакова О.В., Ситникова В.П. Определение справочных показателей физического развития детей с применением LMS-метода// Вестник Воронеж-

ского государственного технического университета. — 2007. — Т. 3., № 10. — С. 96-101.

6. Львович И.Я., Минакова О.В., Ситникова В.П. Информационная технология интеллектуализации процесса диагностики физического развития детей // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2008. — № 3. — С. 112-115.

7. van Buuren S, Hayes DJ, Stasinopoulos DM, et al. Estimating regional centile curves from mixed data sources and countries // Stat. Med. 2009;28(23):2891-2911. doi: 10.1002/sim.3667

8. Нормы роста детей. Всемирная организация здравоохранения. Справочно - информационная записка 4. 27.04.2006. URL: http://www.who.int/nutrition/media_page/backgrounder_4_rus.pdf (дата обращения —

21.10.2018)

9. Минакова О.В., Жданова О.А., Настаушева Т.Л. Современные изменения региональных справочных показателей длины и массы тела детей и подростков Воронежской области // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2017. — Т. 16., № 1. — С. 110-118.

10. Петеркова В.А. Оценка показателей физического развития в детском возрасте / В.А. Петеркова, Т.Е. Таранушенко, Н.Г. Киселева, Е.А. Теппер, О.А. Терентьева // Медицинский совет. — 2016, № 7. — С. 28-35.

11. Яковлева Л.В., Изотова Л.Д., Малиевский О.А. Оценка патологии физического развития детей с позиций врача педиатра // Забайкальский медицинский вестник. — 2015, № 4. — С. 97-105.

УДК 004.942

*Воронежский государственный технический университет, Кафедра систем управления и информационных технологий, Старший преподаватель К.А. Маковий, кандидат экономических наук, доцент Ю.В. Хицкова, аспирант Я.В. Метелкин
Россия, г. Воронеж, E-mail: makkatya@mail.ru*

*Voronezh State Technical University, Department of control systems and information technologies, Senior teacher K.A. Makoviy, Ph.D. in Economics, associate professor Yu.V. Hitskova, postgraduate Ya.V. Metelkin
Russia, Voronezh, E-mail: makkatya@mail.ru*

К.А. Маковий, Ю.В. Хицкова, Я.В. Метелкин

ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ СЕРВЕРНЫХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ

Аннотация: Рассмотрена проблема внедрения технологии виртуальных рабочих столов, возможности прогнозирования нагрузки на аппаратные серверы, предложена система автоматизации размещения виртуальных машин

Ключевые слова: Инфраструктура виртуальных рабочих столов, сервер, автоматизация размещения виртуальных рабочих столов, оптимизация

К.А. Makoviy, Yu.V. Hitskova, Ya.V. Metelkin

APPROACH TO OPTIMIZING SERVER RESOURCES USING LOAD FORECASTING

Abstract: The problem of introduction of virtual desktops technology, the possibility of predicting the load on the hardware servers is considered, the system of automation of virtual machines placement is offered

Keywords: Virtual desktop infrastructure, server, virtual desktop automation, optimization

Сейчас виртуализация является одной из важнейших областей развития информационных технологий, за счет которой организации могут получить ряд преимуществ: удобство администрирования, сокращение стоимости владения,

повышение безопасности.

В зависимости от способа реализации можно выделить несколько типов виртуализации. В данной статье рассматривается серверная виртуализация, которая является средством консолидации серверов, порождая необходимость оптимального размещения виртуальных машин на физических серверах

и рационального использования их аппаратных ресурсов [1,2]. Данная технология позволяет решить проблему совместимости прикладного ПО при выполнении на одной операционной путем распределения значимых для бизнеса приложения на разные серверы. Оптимальное заполнение аппаратных серверов позволяет максимально загрузить их, повысив процент утилизации, что приводит к сокращению затрат на приобретение, развертывание, администрирование серверных платформ, и, следовательно, уменьшение общей стоимости владения (ТСО- Total Cost of Ownership), эффективному использованию электроэнергии и соответствия концепции green computing.

Исторически первым подходом к решению задачи оптимальной серверной консолидации является статический [3,4,5,6] аспект, который обычно сводится к задаче линейного программирования. Данный метод хорошо подходит для случаев, в которых количество виртуальных машин, необходимых к размещению, а также их требования в аппаратных ресурсах серверов, известно заранее и не меняется со временем. Примером статического распределения виртуальных серверов является модель, реализованная Бенджамином Спейткампом и Мартином Бихлером [3]. Авторами была сформулирована задача оптимального распределения виртуальных серверов на физических машинах, доказана ее NP-трудность и предложено эвристическое решение, которые основываются на проблеме упаковки в контейнеры, которая заключается в минимизации используемых серверов или минимизации общей стоимости.

Следующим подходом является динамический [7,8,9], который основан на поддержке наиболее популярными гипервизорами технологии динамической миграции, позволяющей переносить виртуальные машины «на ходу» без прерывания их работы, но, согласно [9] процесс миграции виртуальных машин требует больших накладных расходов, поэтому преимущество такого подхода в оптимизации серверной инфраструктуры не

очевидно. Связано это с тем, что эвристики размещения не могут учитывать поступающие в будущем виртуальные машины. Авторами в [9] были проведены обширные лабораторные эксперименты, моделирование с различными контроллерами и различными рабочими нагрузками, чтобы понять, какие стратегии управления обеспечивают высокий уровень энергоэффективности в различных средах рабочей нагрузки. Они обнаружили, что комбинации контроллеров размещения и периодических перераспределений достигают наивысшей энергоэффективности при соблюдении заранее определенных уровней обслуживания, для чего необходимо использовать методы прогнозирования нагрузки в различные моменты времени, благодаря чему можно будет запускать необходимые серверы, выключать неактивные на основании прогноза нагрузки. Еще одним положительным моментом прогнозирования является возможность избежать неожиданного возрастания нагрузки на отдельный сервер, которая может возникнуть в случае воздействия на сервер внешних трудно формализуемых факторов, например, увеличения объема решаемых задач, рост числа пользователей. Все это может привести к потере важных данных, непредвиденным и значительным материальным затратам. Точный прогноз нагрузки на хост в центре обработки данных необходим для достижения соглашений об уровне обслуживания (SLA). В частности, эффективное прогнозирование нагрузки может улучшить использование ресурсов, снизить затраты центра обработки данных (если простаивающие машины выключаются) и повысить эффективность работы. Предсказание, как правило, основывается на статистических данных.

Можно выделить 7 алгоритмов прогнозирования нагрузки [10], которые являются базовыми решениями и широко изучаются в области прогнозирования:

– Метод на основе последнего состояния (last-state): последнее записанное значение нагрузки будет использоваться в качестве прогнозируемой средней нагрузки на буду-

щий период.

– Метод простого скользящего среднего (SMA): среднее значение нагрузки будет служить в качестве предварительного для будущей средней нагрузки.

– Метод линейного взвешенного скользящего среднего (Linear WMA): линейная взвешенная средняя нагрузка будет рассматриваться как прогноз средней нагрузки на будущее.

– Метод экспоненциального скользящего среднего (EMA): этот метод использует значение нагрузки с наибольшей предшествующей вероятностью в качестве прогноза для будущей средней нагрузки. Это предварительно заданное значение (обозначаемое $S(t)$ в момент времени t , рассчитывается как $S(t) = \alpha \cdot e_t + (1 - \alpha) \cdot S(t-1)$, где e_t - последнее значение нагрузки, а α настраивается эмпирически для оптимизации точности.

– Метод автоматической регрессии (AR): вычисляется как $X(t) = \sum_{i=1}^p \varphi_i e_i + \varepsilon_t$, где $X(t)$, p и e_t относятся к предсказанному значению, порядку и белому шуму в момент времени t соответственно. В общем случае, метод AR может предсказать значение нагрузки только на следующий момент.

– Гибридная модель: этот метод использует фильтр Калмана и сглаживающий фильтр Савицкого-Голея с авторегрессией. Прогнозирование нагрузки состоит из четырех этапов: использование фильтра Калмана для устранения шума, сглаживание кривой с помощью фильтра Савицкого-Голея, вычисление коэффициентов AR и прогнозирование значений использования для будущих временных точек путем рекурсивного вызова метода AR.

Наиболее точным на длинном интервале прогнозирования является метод Байеса [8], который используется для прогнозирования средней нагрузки на долгосрочном временном интервале, а также средней нагрузки на последующих интервалах. Причина, по которой байесовское прогнозирование превосходит другие методы, - это его особенности, которые захватывают более сложную динамику (например, тенденции, предска-

емость и ожидание). Метод последнего состояния плохо работает из-за нерегулярных колебаний нагрузки. Априорная вероятность работает плохо, потому что распределение значений нагрузки примерно равномерное, и нет такого, которое превосходит другие. Метод скользящего среднего хорошо работают в целом, но он не может охватывать такие функции, как предсказуемость. Эффекты предсказания регрессий намного хуже, чем другие стратегии скользящего среднего, поскольку они используют рекурсивные шаги, которые могут вызвать кумулятивные ошибки прогнозирования.

Нами предлагается разработка автоматизированной системы размещения виртуальных объектов (рис.1) позволит эффективнее распределять ресурсы между хостами, минимизировать количество одновременно запущенных серверов, при этом значительно сократив расходы на электроэнергию и охлаждение. Нагрузка на хост в данный момент времени - это общая нагрузка всех запущенных задач на данном компьютере. Используя статистику загрузки серверов [11] можно вычислить относительные значения нагрузки, разделяя абсолютные значения нагрузки на соответствующие емкости.

ИТ-инфраструктура в образовательных учреждениях имеют свою специфику, которая заключается в том, что на каждый семестр имеется стабильное расписание, что позволяет спрогнозировать загрузку серверов в каждый момент времени рабочей недели. Для этого необходимо с помощью системы мониторинга собирать и накапливать данные о нагрузке серверов в течение определенного интервала времени, который чаще всего совпадает с часами рабочего дня (9:00-18:00). Также точность прогнозирования способствует то, что можно сформировать четкое представления о минимальных требованиях различных групп виртуальных машин: компьютеров сотрудников университета, и компьютеров, установленные в учебных классах и используемые в учебном процессе, которые в свою очередь можно разбить по набору программного обеспе-

ния. Таким образом, можно сформировать требования к аппаратному обеспечению у конкретного типа.

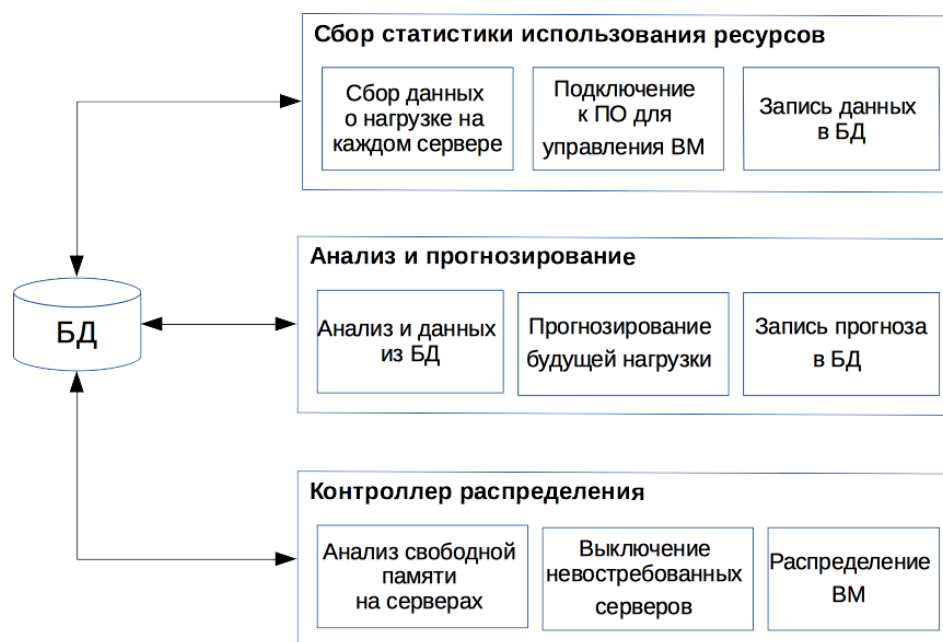


Рис. 1 – Системы автоматизированного размещения виртуальных объектов

Первым модулем системы является модуль, который собирает информацию об используемых сервером ресурсах в течении определенного интервала времени. Чаще всего этот временной промежуток совпадает с часами рабочего дня (9:00-18:00). Способ получения, равно как и объем собираемых данных, зависит от конкретной ситуации.

Следующий модуль анализирует полученную информацию и в соответствии с ней, с помощью наивного байесовского классификатора прогнозирует будущее поведение нагрузки. На основе предварительной выборки принимается решение о том, какое количество серверов необходимо для выполнения запущенных виртуальных машин.

Контроллер отвечает за автоматизированное размещение ВМ на основе данных, полученных от предыдущего модуля.

Таким образом, постоянно анализируя и прогнозируя будущую нагрузку, мы гарантируем бесперебойную работу виртуальных машин и эффективное ис-

пользование ресурсов.

Основываться данная система будет на использовании Байесовской модели для прогнозирования, что позволяет сохранить важную информацию о колебаниях нагрузки. Основная идея состоит в том, чтобы генерировать вероятность различных состояний исходя из распределения вероятностей на предыдущих интервалах, согласно классификатору Байеса.

Процесс Байесовской классификация состоит из пяти основных шагов: определения множества целевых состояний, вычисления предварительного распределения вероятностей для целевых состояний на основе выборок, вычисления совместного распределения вероятностей, вычисления апостериорной вероятности, принятие решения.

Для прогнозирования необходимо проанализировать использование ресурсов сервера, для этого через определенные интервалы времени необходимо опрашивать все запущенные виртуальные машины и с помо-

щью специальных методов получать данные о количестве выделенной сервером памяти.

Для каждого класса $\omega_i \in W$ известна априорная вероятность $P(\omega_j)$ того, что появится объект, состояние которого будет соответствовать классу ω_i , и плотности распределения $P(x|\omega_j)$ каждого из классов, называемые также функциями правдоподобия классов.

Согласно теореме Байеса, вероятность принадлежности нагрузки x к классу ω_i вычисляется следующим образом:

$$P(\omega_j|x) = \frac{P(x|\omega_j)P(\omega_j)}{P(x)}, \quad (1)$$

где $P(\omega_j|x)$ – вероятность, что нагрузка x принадлежит классу ω_i , $P(x|\omega_j)$ – вероятность встретить нагрузку x среди других нагрузок класса ω_i (плотность распределения класса ω_i), $P(\omega_j)$ – априорная вероятность класса появления нагрузки класса ω_i , $P(x)$ – безусловная вероятность появления нагрузки.

Задача данной классификации заключается в том, чтобы определить к какому классу будет принадлежать нагрузка на следующем временном интервале.

Наиболее вероятным классом ω^* , которому будет принадлежать нагрузка x , является тот класс, для которого условная вероятность принадлежности максимальна:

$$\omega^* = \operatorname{argmax} P(\omega_j|x) \quad (2)$$

Таким образом, необходимо вычислить вероятность для всех классов и выбрать тот, для которого вероятность имеет максимальное значение.

Согласно решаемой нами задачи классификации каждая нагрузка $x \in X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ задана некоторыми параметрами из $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, т.е. каждая нагрузка $x_i = \{z_i^1, z_i^2, \dots, z_i^n\}$. Для данной модели параметрами нагрузки можно считать следующие характеристики:

– средняя нагрузка F_{ml}

$$F_{ml}(e) = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d c_i \quad (3)$$

– индекс честности F_{fl} (fairness index) – характеризует степень колебаний нагрузки. Чем больше индекс честности, тем стабильнее нагрузка:

$$F_{fl}(e) = \frac{(\sum_{i=1}^d e_i)^2}{d \sum_{i=1}^d e_i^2} \quad (4)$$

– уровневое состояние F_{ts} (type state) – пара (кол-во уникальных присутствующих уровней нагрузки или классов; кол-во переходов между уровнями нагрузки), характеризует разброс значений нагрузки и степень их дрожания;

– первая и последняя нагрузка F_{fl} (first-last load) – пара (начальный уровень нагрузки; конечный уровень нагрузки), грубо характеризующая тренд.

Знаменатель в формуле (1) может быть опущен, так как для одной и той же нагрузки x вероятность $P(x)$ будет одинаковой, значит ее можно не учитывать:

$$\omega^* = \operatorname{argmax} P(z_1, z_2, \dots, z_n|\omega_j)P(\omega_j) \quad (5)$$

Так как в наивном байесовском классификаторе предполагается, что все параметры независимы, то условную вероятность $P(z_1, z_2, \dots, z_n|\omega_j)$ можно представить в следующем виде:

$$P(z_1, z_2, \dots, z_n|\omega_j) = \prod_i P(z_i|\omega_j) \quad (6)$$

Для нахождения наиболее вероятного класса для нагрузки с помощью наивного байесовского классификатора, необходимо вычислить условные вероятности принадлежности нагрузки x для каждого из представленных классов и выбрать такой класс, который имеет максимальную вероятность:

$$\omega^* = \operatorname{argmax} \left[P(\omega_j) \prod_i P(z_i|\omega_j) \right] \quad (7)$$

Вероятность каждого класса можно оценить частотой встречаемости нагрузки этого класса в обучающей выборке. $P(\omega_j)$

рассчитывается как отношение количества нагрузок класса j в обучающей выборке к общему количеству нагрузок в выборке $P(\omega_j) = D_{\omega_j}/D$, где D_{ω_j} – количество интервалов нагрузок класса ω_j , а D – общее количество интервалов нагрузки в выборке.

Для прогнозирования будущей нагрузки предлагается выделить десяти классов: 0-10%, 10-20% и т.д. использования оперативной памяти сервера. Классификация осуществляется на основе рассчитанной на каждом интервале средней нагрузки. Используя описанный метод могут быть рассчитаны апостериорные вероятности принадлежности нагрузки классам. Несмотря на сравнительно невысокую точность полученных результатов, их вполне достаточно для расчета количества серверов, требуемого для выполнения всех необходимых ВМ.

Система, предлагаемая нами, позволяет: обеспечить наиболее эффективное использование ресурсов системы, добиться максимальной производительности от работы приложений, сократить затраты на энергопотребление. Система распределяет виртуальные машины на доступные серверы пропорционально имеющимся ресурсам, позволяет минимизировать число изначально запущенных серверов, тем самым существенно снижая энергопотребление, так как при работе сервера электричество расходуется не только на электропитание, но и, в значительной степени, на охлаждение пространства центра обработки данных [12]. В качестве входных данных будет использоваться информация о доступных ресурсах на каждом сервере, они поочередно проверяются на соответствие требованиям.

Предложенный подход позволяет учитывать временные периоды повторяемости нагрузки, что хорошо подходит для специфики рабочего процесса в ВУЗе, связанной с цикличностью нагрузки. Таким образом, постоянно анализируя и прогнозируя будущую нагрузку, мы гарантируем бесперебойную работу виртуальных машин и эффективное использование ресурсов, минимальное количество одновременно запущенных серверов,

приводящая к значительному сокращению расходов на электроэнергию и охлаждение

Библиографический список

1. Проскурин Д. К., Маковий К. А. Задача выбора серверных ресурсов для внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов //Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2017. – Т. 13. – №. 4
2. Маковий К. А., Хицкова Ю. В. Задача оптимального выбора серверного оборудования для внедрения виртуализации рабочих мест в вузе //Труды всероссийской конференции с международным участием. – С.215.
3. Speitkamp B., Bichler M., A mathematical programming approach for server consolidation problems in virtualized data centers/ Benjamin Speitkamp, Martin Bichler // IEEE Trans. Services Comput. – 2010. – Vol. 3. No. X. – P. 266-278.
4. Müller H., Bosse S., Turowski K. Optimizing server consolidation for enterprise application service providers / Hendrik Müller, Sascha Bosse, Klaus Turowski // PACIS 2016 Proceedings. – 243.
5. Wolke A., Bichler M., and Setzer T. Planning vs. dynamic control: Resource allocation in corporate clouds / Andreas Wolke, Martin Bichler, Thomas Setzer // IEEE Transactions on Cloud Computing – 2016. – 4(3) P. 322–335.
6. Makoviy K. et al. Server hardware resources optimization for virtual desktop infrastructure implementation //CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Т. 1904. – С. 178.
7. Song Y., Zhang Y., Sun Y., Shi W., Utility Analysis for Internet-Oriented Server Consolidation in VM-Based Data Centers, in: Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing. – 2009. – P. 1-10.
8. Mi H., Wang H., Yin G., Zhou Y., Shi D., Yuan L., Online self-reconfiguration with performance guarantee for energy-efficient large-scale cloud computing data centers/ H. Mi, H. Wang, G. Yin, Y. Zhou, D. Shi, L. Yuan // Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing. –2010.–P.514-521
9. Wolke A., Tsend-Ayush B., Pfeiffer C.,

and Bichler M. More than bin packing: On dynamic resource allocation strategies in cloud computing / Andreas Wolke, Boldbaatar Tsend-Ayush, Carl Pfeiffer, Martin Bichler // Information Systems. – 2015. – №52 – pp. 83–95

10. Di S., Kondo D., Cirne W. Host load prediction in a Google compute cloud with a Bayesian model // Proceedings of the International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis. – IEEE Computer Society Press, 2012. – С. 21.

11. Маковий К.А., Метелкин Я.В., Комаров А.А., Проскурин Д.К.

Оценка аппаратных требований виртуальных машин учебных компьютерных классов в рамках инфраструктуры виртуальных рабочих столов // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. 2017. С. 251–256.

12. Mittal S. A survey of techniques for improving energy efficiency in embedded computing systems / S. Mittal // IJCAET. – 2014. – P. 440–459.

УДК 004.9

*Воронежский государственный технический университет,
Кафедра систем управления и информационных технологий, канд. техн. наук, доцент А.В. Ошивалов
Россия, г.Воронеж*

*Voronezh State Technical University,
Department of control systems and information technologies,
Ph. D. in Engineering, associate professor A.V. Oshivalov
Russia, Voronezh*

А.В. Ошивалов

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНО - ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В статье дается описание архитектуры и функциональных возможностей системы для проведения социально-психологического тестирования

Ключевые слова: Социально-психологическое тестирование, образовательная организация, портал администрирования, параметры тестирования, анкета тестируемого

A.V. Oshivalov

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CARRYING OUT SOCIO-PSYCHOLOGICAL TESTS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE VORONEZH REGION

Abstract: The article describes the architecture and functionality of the system for social and psychological testing

Keywords: Socio-psychological testing, educational organization, administration portal, testing parameters, test questionnaire

В рамках контракта с Государственным бюджетным учреждением Воронежской области «Центр психолого – педагогической поддержки и развития детей» были проведены работы по разработке ИС «Социально-психологическое тестирование».

Информационная система «Социально - психологическое тестирование» предназначена для автоматизации процесса и обработки результатов тестиро-

вания в образовательных организациях (ОО) Воронежской области.

Тестирование должно проводиться в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 16 июня 2014 г. N 658 г. Москва "Об утверждении Порядка проведения социально-психологического тестирования лиц, обучающихся в общеобразовательных организациях и профессиональных образовательных организациях, а также в образовательных организациях высшего

образования".

Система состоит из двух подсистем – подсистемы администрирования в виде соответствующего веб-приложения и собственно системы тестирования в виде портала.

Для создания компонентов системы использованы следующие технологии и программные продукты:

- .NET Framework 4.0
- ASP.NET MVC
- ADO.NET, Entity Framework
- MS SQL и язык T-SQL
- JavaScript фреймворк jQuery.

Основными функциями подсистемы администрирования является настройка, конфигурирование, управление пользователями, включающее в себя механизмы распределения прав доступа к объектам системы различных пользователей и групп пользователей, контроль процесса тестирования и получение результатов. Данное приложение предусматривает различные функции для ролей администратор, региональный координатор, муниципальный координатор, образовательная организация.

На Рис. 1 представлены основные варианты использования веб-приложения администрирования для роли администратор.

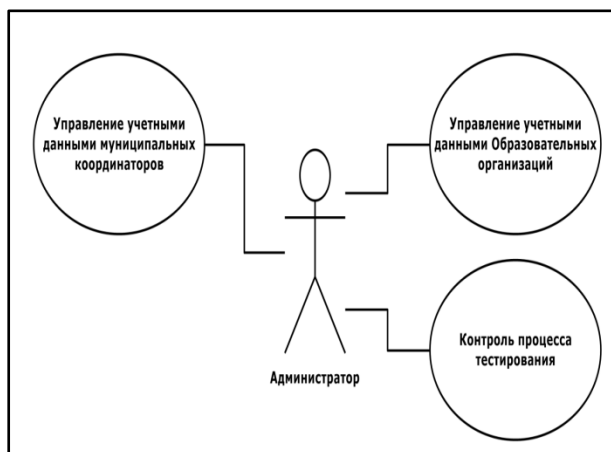


Рис. 1 - Диаграмма основных прецедентов для роли администратор

В функции администратора входит:

1. Управление учетными данными Образовательных организаций:

Создание, удаление, изменение наименования ОО;

Привязка ОО к муниципалитету (району области или району города);

Создание, удаление, изменение пароля для ОО.

2. Управление учетными данными муниципальных координаторов:

Создание, удаление, изменение наименования муниципальных координаторов;

Привязка муниципальных координаторов к муниципалитету (району области или району города);

Создание, удаление, изменение пароля для муниципальных координаторов.

3. Контроль процесса тестирования:

Удаление (очистка) данные отдельного ученика;

Сброс признака окончания тестирования класса);

Просмотр вопросов тестирования;

Просмотр контрольных цифр тестирования.

На Рис. 2 представлены основные варианты использования веб-приложения администрирования для роли региональный координатор.

В функции регионального координатора входит:

1. Управление учетными данными:

Изменение логина-пароля;

Управление периодами тестирования, добавление, удаление, переименование;

2. Управление результатами:

Удаление (очистка) данные отдельного ученика;

Сброс признака окончания тестирования класса);

Просмотр вопросов тестирования;

Просмотр контрольных цифр тестирования;

Выгрузка результатов в виде EXCEL таблиц.

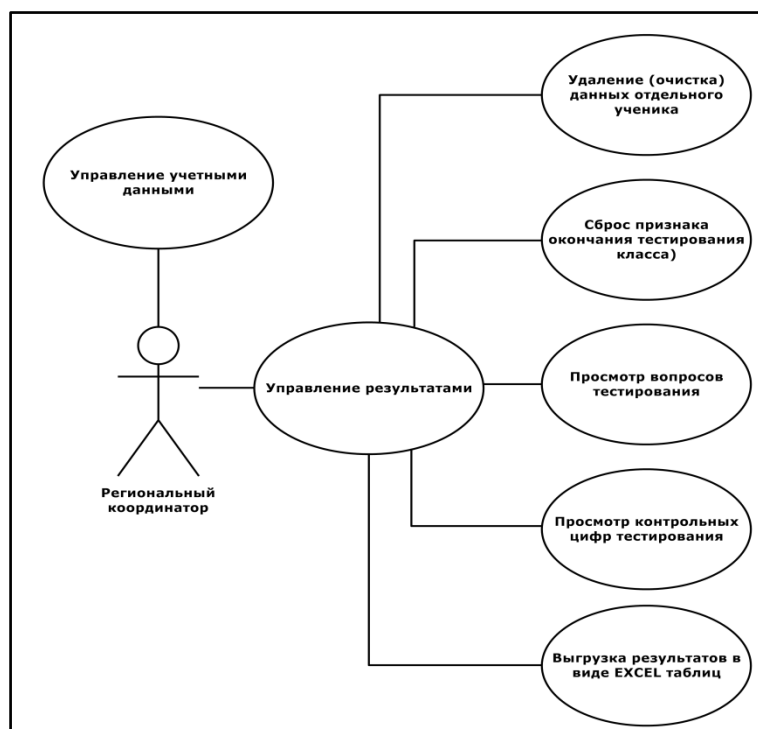


Рис. 2 - Диаграмма основных прецедентов для роли региональный координатор

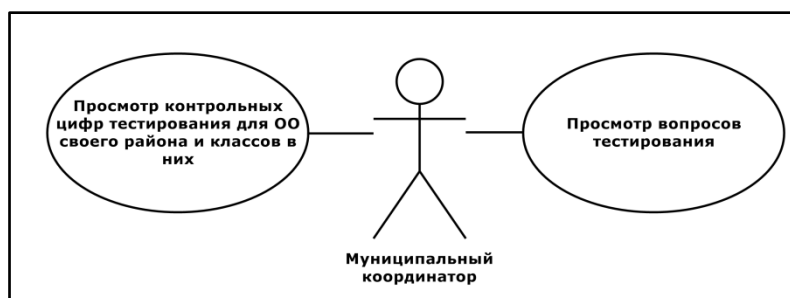


Рис. 3 - Диаграмма основных прецедентов для роли муниципальный координатор

На Рис. 3 представлены основные варианты использования веб-приложения администрирования для роли муниципальный координатор.

В функции муниципального координатора входит:

1. Контроль результатов:

Просмотр вопросов тестирования;

Просмотр контрольных цифр тестирования для ОО своего района и классов в них.

На Рис. 4 представлены основные варианты использования веб-приложения администрирования для роли образовательная организация.

В функции образовательной организации входит:

1. Управление:

Создание, удаление, изменение наименования класса;

Завершение процедуры тестирования;

2. Контроль результатов:

Просмотр контрольных цифр тестирования для классов свое ОО;

Печать бланков с ответами учеников.

Основными функциями подсистемы тестирования должны быть предоставление возможности тестируемым ответить на вопросы анкеты. Доступ на страницу тестирования осуществляется по единому для класса/группы логину и паролю.

На Рис. 5 представлен основной интерфейс страницы тестирования.

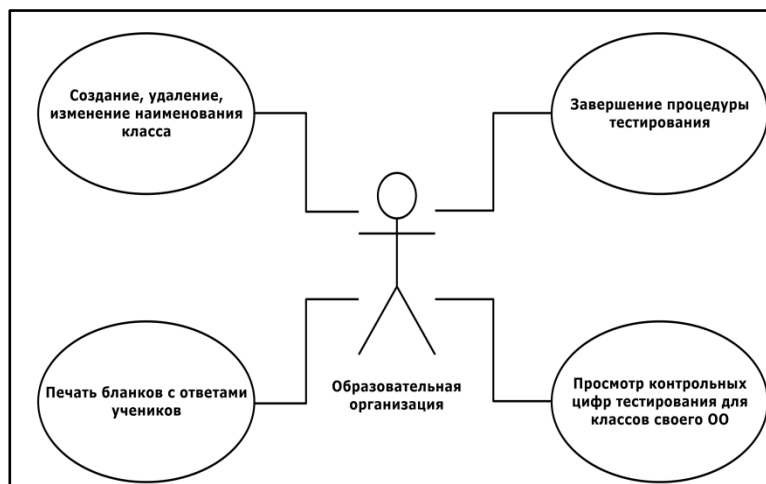


Рис. 4 - Диаграмма основных precedентов для роли образовательная организация

Вопросы Инструкция

Прочтите приведенные ниже утверждения и выберите вариант, который в большей степени совпадает с Вашей оценкой.

1. У человека могут быть чувства и желания такой силы, что ему трудно себя контролировать.
2. В трудной ситуации (проблемы, неприятности) я фантазирую о том, что все могло быть иначе.
3. Я люблю все новое и неизвестное.

Во втором блоке прочтите приведенные ниже суждения и выберите вариант, который в большей степени совпадает с оценкой ваших отношений с мамой.

1. Приветлива(-в) и доброжелательна(-ен) со мной
2. Я нравлюсь ей(ему) таким (-ой), какой (-ая), я есть.

6. Выслушивает мои пожелания и предложения, когда мы делаем что-то вместе.
7. Уважает мое мнение и считается с ним.

Осталось 74 вопрос(ов)

© 2018 - Социально-психологическое тестирование

Рис. 5 - Окно тестирования

Таким образом, в соответствии с контрактом была разработана информационная система «Социально-психологическое тестирование» предназначенная для автоматизации процесса и обработки результатов тестирования в образовательных организациях (ОО) Воронежской области. Система внедре-

на в Государственном бюджетном учреждении Воронежской области «Центр психолого – педагогической поддержки и развития детей» и была использована для проведения тестирования обучающихся в образовательных организациях Воронежской области в сентябре 2018 года.

УДК 659.1.01

Воронежский государственный технический университет,
Строительно-технологический факультет,
Студент А.Д. Кретинина, E-mail: kretininaaa@mail.ru
Россия, г.Воронеж

Voronezh State Technical University,
Faculty of construction and technology,
Student A.D. Kretinina, E-mail: kretininaaa@mail.ru
Russia, Voronezh

А.Д. Кретинина

РЕКЛАМА И PR В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Аннотация: Анализ видов рекламы и развития PR, влияние рекламы на окружающую среду и изучение роли «рекламы и связи с общественностью» в современном мире.

Ключевые слова: информация, мышление, организованность, маркетинговая коммуникация, рекламный продукт, технология, технологии рекламы, товар и услуга, коммерческая реклама, социальная реклама, политическая реклама, роль, рыночная экономика, бренд, предложение, торговля, потребитель, PR

A.D. Kretinina

ADVERTISING AND PR IN MODERN SOCIETY

Abstract: Analysis of types of advertising and the development of PR, the impact of advertising on the environment and the study of the role of "advertising and public relations" in the modern world.

Keywords: information, thinking, organization, marketing communication, advertising product, technology, advertising technologies, goods and services, commercial advertising, social advertising, political advertising, role, market economy, brand, offer, trade, consumer, PR

Информация давно стала одним из важнейших факторов, влияющих на современное общество. «Кто владеет информацией, тот владеет миром», а тот, кто умеет ее правильно подать, становится незаменимым в любой сфере человеческой деятельности.

В России специальность «Реклама и связи с общественностью», как самостоятельное направление появилась недавно, но активно и быстро развивается. Профессия специалиста по связям с общественностью — одна из самых молодых на рынке труда, средний возраст ее представителя — 30 лет. В рейтинге эта специальность занимает одну из лидирующих позиций, поскольку студенты воспринимают ее как сферу деятельности, где можно проявить свои силы, презентовать идеи и показать творческие способности.

На практике студенты осваивают самые необходимые компетенции и навыки — способность к проектному и креативному мышлению, умение организовывать, проводить специализированные мероприятия и участвовать в формировании эффективных внутренних коммуникаций. Изучают медиапланирование, основы менеджмента и марке-

тинга, технологии спичрайтинга и рекламного продукта, имиджирование и многие другие основы и дисциплины.

С развитием экономики и конкуренции возрастает потребность в профессионалах в сфере рекламы, владеющих технологиями создания положительного имиджа, продвижения товаров или услуг. Рекламист и пиарщик — специалисты по коммуникациям, постоянно присутствующие в любом обществе.

Личные качества, которые должны быть присущи хорошему специалисту по рекламе и PR — это общительность, творческие способности, самоорганизованность, уверенность в себе и, конечно, чувство юмора.

Специалисты этого направления имеют широкий диапазон видов деятельности. Они могут участвовать в управлении и организации работы рекламных служб государственных и частных организаций, проводить мероприятия по повышению имиджа, продвижению товаров и услуг на рынок. PR-агенты осуществляют планирование и контроль за рекламной работой, проектируют программы и отдельные мероприятия в области рекламы и связи с общественностью. Распространяют и подготавливают к выпуску рекламную

продукцию, разрабатывают меры по повышению конкурентной позиции фирмы, организации, товаров и услуг, а также создают систему управления кадрами и социальными процессами на предприятии.

Ни одна маркетинговая машина в современном мире не обходится без рекламы. Первым толчком к ее возникновению стало книгопечатание. К середине XIX столетия был изобретен и получил распространение еще один вид искусства – фотография. Она служила неопровержимым доказательством преимуществ рекламируемого товара, но наиболее грандиозные события в мировом рекламном бизнесе развернулись в XX столетии.

Именно XX век и стал «веком рекламы», ведь к этому времени относятся глубокие перемены и новшества в области технологии рекламы и ее организации. Благодаря высоким темпам прироста мирового промышленного производства реклама стала массовой. Появились более совершенные средства создания и распространения рекламы: полиграфия, теле и радиовещание, спутниковые средства связи и, наконец, интернет.

Реклама – это направление в маркетинговых коммуникациях, в рамках которого производится распространение информации для привлечения внимания к объекту рекламирования с целью формирования или поддержания интереса к нему.

Вся реклама делится на 3 вида: коммерческая, социальная и политическая.

Коммерческая реклама – самый распространенный вид рекламной продукции. Это реклама услуг, товаров и других товарных и нетоварных предложений с конечной целью извлечения прибыли, предназначенных для потребления как физическими лицами, так и предприятиями, организациями.

Социальная реклама – реклама, направленная на изменение моделей социального поведения и привлечение внимания к общественно значимым явлениям и проблемам. Социальная реклама продвигает социальные идеи, способствующие как гуманизации общества в целом, так и достижению отдельных целей, полезных с точки зрения общественного блага.

Политическая реклама – это реклама, представляющая комплекс методов продви-

жения политических сил, направленная на изменение политического поведения общества или его части в условиях политического выбора.

Реклама в современном мире играет ведущую роль. Она является двигателем торговли, особенно на современном этапе условий рыночной экономики. Без средств продвижения товара мало кто узнал бы даже о самых популярных брендах. Рекламная деятельность вносит свой, особый вклад в развитие экономики, обеспечивает эффективное продвижение новых товаров и сопутствующих в их эксплуатации услуг.

Ассортимент товаров сейчас насыщен различными предложениями. Для того, чтобы выделить свою продукцию среди аналогов, необходимо прибегнуть к PR. К задачам PR относятся: формирование у потенциального клиента образа компании; предоставление информации о предмете продвижения; вызов положительных эмоций; создание условий для повторной покупки продукции, стремление превратить потребителей в постоянных клиентов; стимулирование продажи товаров.

Нередко инструменты PR используются в решении социальных проблем. Социальная реклама может быть направлена на любовь к близким, борьбу с нищетой, поддержку здорового образа жизни.

Также, в современном обществе выросла значимость политической рекламы, но в данном случае ставка делается на получение голосов избирателей. Продвижение помогает развитию политической, а также социальной и экономической сферы. Правильное ведение PR-акции позволяет добиться желаемого результата.

Кроме мощного влияния рекламы на все отрасли социологии необходимо отметить, что реклама сама по себе является одной из больших отраслей хозяйствования, которая объединяет множество специализированных рекламных фирм. В этой отрасли заняты миллионы сотрудников. Реклама становится одной из важнейших отраслей, которая непосредственно принимает участие в создании новых рабочих мест, причём это касается как непосредственно рекламного бизнеса, так и других отраслей экономики, которые им обслуживаются.

УДК 338.2

Воронежский государственный технический университет,
Кафедра техносферной и пожарной безопасности,
Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко, E-mail: lenag66@mail.ru
Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина, подполковник А.Б. Недоносков
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University,
Department of technosphere and fire safety,
Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko
E-mail: lenag66@mail.ru
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

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЙ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ: состояние вопроса

Аннотация: В статье рассмотрена методология и методы диагностики состояний хозяйствующих субъектов по оценкам состоятельности в текущем и стратегическом периодах. Такие оценки позволят оптимизировать адаптивные способы финансирования хозяйствующего субъекта по ситуации и результатам в статике и динамике новых условий XXI века. Рассмотрены проблемные ситуации, в которых может оказаться хозяйствующий субъект и различные варианты стратегического видения и рекомендаций по тем из них, которые близки к оптимальным в новых условиях. Учитывая достоинства и недостатки каждого варианта, представляется возможным составить из них такой комплекс, в котором недостатки одного будут компенсироваться достоинствами другого. Это даст основу для эффективного управления рисками в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке

Ключевые слова: диагностика проблемных ситуаций, антикризисное управление, финансовая устойчивость

Е.А. Zhidko, A.B. Nedonoskov

METHODOLOGY AND METHODS OF DIAGNOSTICS CONDITION OF ECONOMIC ENTITIES: the state of the issue

Abstract: The article discusses the methodology and methods for diagnosing the states of economic entities according to estimates of consistency in the current and strategic periods. Such assessments will help optimize adaptive ways of financing an economic entity according to the situation and results in the statics and dynamics of the new conditions of the XXI century. The problem situations in which the economic entity and various options for strategic vision and recommendations on those of which are close to optimal in the new conditions can be found. Given the advantages and disadvantages of each option, it seems possible to make one complex out of which the disadvantages of one will be compensated for by the advantages of the other. This will provide the basis for effective risk management in a truly evolving and predictable environment

Keywords: diagnostics of problem situations, crisis management, financial sustainability

Сложившиеся методология и методы диагностики состояний действующих хозяйствующих субъектов (ХС) [1-7] ориентированы на выявление предкризисных и кризисных явлений, проектирование и внедрение антикризисных мер на основе использования имеющихся материальных активов. Методология включает решение трёх классов задач:

- диагностика проблемных ситуаций для действующих организаций;
- диагностика состояния финансовой устойчивости действующих организаций;
- антикризисное управление организацией на основе инноваций и сравнительного анализа проектов.

Поэтому необходимо проводить анализ

на выявление предкризисных и кризисных явлений в работе ХС и получать своевременную информацию о состоянии производственной системы для оперативного реагирования на происходящие изменения и незамедлительного внедрения антикризисных мер [8-12].

Приведём основные положения существующих методологий и методов диагностики.

Согласно Методике Федеральной службы РФ по делам о состоятельности (банкротству) и финансовому оздоровлению, оценка состоятельности организации в текущем и стратегическом периодах осуществляется на основе проверки следующих факторов:

- коэффициент текущей ликвидности

(КТЛ) удовлетворяет условию:

$$\text{КТЛ} = \frac{\text{Оборотные средства}}{\text{Краткосрочная задолженность}} \leq 2 \quad (1)$$

(КОСС) - коэффициент обеспеченности собственными (оборотными средствами) удовлетворяет условию:

$$\text{КОСС} = \frac{\text{Источники собственных средств} - \text{Основные фонды}}{\text{Краткосрочная задолженность}} \leq 0,1 \quad (2)$$

Условия (1) и (2) являются более жёсткими, чем условия неудовлетворительности любых финансовых коэффициентов организации, которые оказываются ниже среднеотраслевых, как это принято в мировой практике. Однако в ситуации системного кризиса (как в РФ 90-х годов XX века) или кризисного состояния отрасли более правильно использовать (1) и (2). Это позволяет отличать несостоятельность от банкротства, которое признаётся только судом. Критическими факторами банкротства являются:

а) соотношение задолженности со всей балансовой или рыночной (ликвидационной) стоимостью активов организации;

б) соотношение кредиторской задолженности по текущим и будущим платежам (включая налоги) и дебиторской задолженности по выполненным заказам;

в) то же по просроченным кредиторской и дебиторской задолженностям.

Угроза неплатёжеспособности устанавливается с помощью критерия Альтмана:

$$Z = 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72X_3 + 1,05X_4 \quad (3)$$

где Z – показатель Альтмана; X_1 – отношение оборотных средств к сумме стоимости всех активов; X_2 – отношение балансовой прибыли к сумме стоимости всех активов; X_3 – отношение балансовой прибыли до процентов и налога на прибыль к сумме стоимости всех активов; X_4 – отношение балансовой стоимости собственного капитала (чистых активов) к общей сумме стоимости всех обязательств организации. Правила принятия решений:

$Z < 1,1$ – есть угроза неплатёжеспособности;

$Z > 2,9$ – нет угрозы неплатёжеспособности; (4)

Z между 1,1 и 2,9 – «серая зона».

Все аргументы в (3) должны быть рассчитаны на основе общепринятых принципов бухгалтерского учёта согласно Международным бухгалтерским стандартам в версии GAAP.

Таким образом, угроза временной неплатёжеспособности (4) может перерасти в несостоятельность организации (1), (2) и привести её к банкротству, развитию кризиса и выходу из бизнеса.

При выявлении таких угроз определяют:

- какие виды продукции и финансово-хозяйственной деятельности организации представляют реальную опасность;

- насколько степень опасности угроз превышает допустимую степень риска для неё.

После чего переходят к составлению бизнес-плана финансового оздоровления организации. Выделяют проблемные ситуации:

- не требующие инноваций и базирующиеся на простом сокращении постоянных и переменных операционных издержек (краткосрочное бизнес планирование с целью преодоления несостоятельности, фаза консолидации);

- требующие введения режима экономии издержек, инноваций и доступных по их финансированию быстро окупаемых инвестиционных проектов (долгосрочное бизнес-планирование с целью достижения и сохранения финансовой устойчивости организации, фаза трансформации).

С этой целью для каждого вида деятельности организации вычисляют объём безубыточности и сопоставляют его с:

- фактическим объёмом выпуска и продаж;

- максимально возможным для организации объёмом выпуска продукции;

- максимально возможным для организации объёмом её продаж.

В качестве условия безубыточности обычно принимают «порог рентабельности», когда организация по виду деятельности но-

мер e ($e = 1, 2, \dots, n$) имеет хотя бы нулевую прибыль ($\Pi_e = 0$). Тогда «объём безубыточности» (Q_{ae}) по номеру e рассчитывается из уравнений:

$$\Pi_e = O = (P_e - C_{ye})Q_{oe} - C_{fe} \quad \text{в натуральном выражении;} \quad (5)$$

$$R_{ae} = Q_{ae} P_e \quad \text{в стоимостном выражении} \quad (6)$$

Объём безубыточных продаж всех видов продукции (R_a) определяется по формуле:

$$R_a = \frac{C_f}{1 - S_{ye}} \quad (7)$$

В приведенных уравнениях приняты следующие обозначения:

P_e – рыночная цена продукции номер e ; C_{ye} – удельные переменные, то есть издержки на единицу продукции номер e , зависящие от объёма её выпуска; C_{fe} – постоянные (условно-постоянные), то есть издержки организации, не зависящие или слабо зависящие от объёма выпуска продукции номер e ; R_{ae} – объём безубыточных продаж продукции номер e ; S_v – удельные переменные операци-

онных издержек на рубль продукции.

Вид проблемной ситуации зависит от того, в каком соотношении находятся: «объём безубыточности» (Q_{ae}) вида деятельности номер e ; фактически достигнутый объём безубыточности ($Q_{факт.е}$) по номеру e ; максимально возможный для организации объём её выпуска ($Q_{мах.вып.е}$) и продаж ($Q_{мах.вып.е}$).

Распознают пять типичных проблемных ситуаций:

$$\left. \begin{array}{l} - \text{нормальная, если} \\ \left\{ \begin{array}{l} Q_{ae} < Q_{факт.е} < Q_{мах.е} < Q_{вып.е} \\ 1 - \frac{Q_{ae} P_e}{Q_{факт.е} P_e} > 0,1 \end{array} \right\} \end{array} \right\} \quad (8)$$

$$\text{если } Q_{факт.е} < Q_{ae} < Q_{мах.выб.е} < Q_{мах.прод.е} \quad (9)$$

$$- \text{убыточная} \quad \text{или } Q_{факт.е} < Q_{ae} < Q_{мах.прод.е} < Q_{мах.выб.е} \quad (10)$$

$$\text{или } Q_{факт.е} < Q_{мах.прод.е} < Q_{ae} < Q_{мах.выб.е} \quad (11)$$

$$\text{или } Q_{факт.е} < Q_{мах.выб.е} < Q_{ae} < Q_{мах.прод.е} \quad (12)$$

Если в ситуации (8) коэффициент «финансовой прочности» организации слишком мал (то есть $< 0,1$), то ситуация требует увеличения объёма выпуска и продаж продукции номер e до уровня максимально возможного объёма продаж.

В ситуации (9) у организации есть возможность задействовать простаивающие мощности для того, чтобы занять нишу рынка, в которой спрос не обеспечен предложением (стратегия захвата незанятых пространств).

В ситуации (10) объём выпуска про-

дукции необходимо поднять до уровня, соответствующего максимально возможному объёму продаж.

В ситуации (11) продукция номер e несёт убытки и по ситуации необходимо:

- либо увеличить производственную мощность организации до уровня, адекватного максимально возможному объёму продаж при максимально возможном использовании увеличенной производственной мощности;

- либо уменьшить объём безубыточности за счёт снижения издержек и в первую

очередь постоянных.

Лучше использовать такие антикризисные меры одновременно (стратегия обороны и укрепления).

В ситуации (12) необходимо уменьшить объём безубыточности за счёт экономии на текущих постоянных и переменных издержках. Если в краткосрочном периоде это сделать практически невозможно, то в данной ситуации целесообразно вообще отказаться от выпуска продукции номер e , перейти к освоению выпуска новой продукции, ориентированной на больший и растущий спрос.

В ситуациях (11) и (12) переходят:

- к анализу постоянных издержек и планированию производственной программы организации без учёта и с учётом мер по

экономии издержек и/или

- увеличению существующих производственных мощностей (создания новых) по выпуску более прибыльной продукции;

- планированию альтернативных инвестиционных проектов, составлению бюджетов и смет;

- финансовому планированию как согласованию лимитов и расходной части подразделений организации.

В общем случае целесообразно обеспечить максимизацию суммарного покрытия постоянных издержек на все виды выпускаемой продукции, одновременно оптимизируя сочетание объёмов выпуска её различных видов по критерию:

$$\sum_{e=1}^n (P_e - C_v) Q_e - \sum_{e=1}^n C_{fe} - C_{fкосв.} \rightarrow \max, \quad (13)$$

где $C_{fкосв.}$ – часть постоянных издержек, которые по технологическим причинам нельзя отнести на затраты по оплате специальных активов для производства продукции номер e .

На практике выделяют ситуации:

- оптимальный объём выпуска Q_e , согласно (13), может дать результаты, при которых снимать с выпуска продукцию номер e не выгодно. Это пороговое значение используется для принятия решений о начале внедрения оборонительной стратегии сокращений;

- на рассчитанный оптимальный объём выпуска Q_e накладывается система ограничений (9) – (12). Тогда необходимо определить меры, направленные на снятие таких ограничений.

Ими могут стать:

- в ситуации (9) – срочное пополнение оборотных средств за счёт привлечения заёмных, профинансированных дополнительной краткосрочной задолженностью;

- в ситуации (10) – срочное пополнение оборотных средств организации за счёт взятия дополнительных краткосрочных кредитов;

- в ситуации (11) – предусмотреть инвестиционные проекты по освоению новых технологий, снижению переменных издержек и той части постоянных расходов, которые могут быть сокращены без дополнительных инвестиций;

- в ситуации (12) – внедрение инвестиционных проектов, нацеленных либо на снижение издержек, либо на внедрение новаций (то есть освоение выпуска нового вида продукта взамен снимаемой с производства невыгодной продукции).

После того, как проблемная ситуация определена, переходят к планированию альтернативных инвестиционных проектов финансового оздоровления организации. Для чего:

- намечают меры по снижению постоянных и переменных издержек, освоению производства новой продукции. При этом различают меры, которые а) требуют меньших капиталовложений, но дают и меньший прирост денежных потоков; б) требуют больших капиталовложений, но дают и более серьёзный и быстрый прирост денежных потоков;

- для таких групп антикризисных мер

прогнозируют порождаемые ими денежные потоки. Сначала они должны быть отрицательными (из-за преобладания платежей по осуществлению капиталовложений). Затем они становятся положительными в результате экономии на издержках и дополнительных поступлений от продаж новой продукции.

Прогнозируют денежные потоки $ДП_t$, которые порождаются антикризисными ме-

рами в будущие месяцы (начиная с начала их внедрения мер в месяце с номером t и кончая месяцем завершения бизнес-плана финансового оздоровления организации n). При этом прогноз дополнительных прибылей (экономий на издержках) корректируется, исходя из требования сходимости прогноза прибылей и прогноза изменений денежных потоков организации. Для чего используется уравнение:

$$ДП_t = I_t + (\mathcal{E}_t \text{ или } П_t) - H_t + I_t + \text{Увелич.ЗАД}_t - \text{ПР}_t \text{ Уменьш.ЗАД}_t - \text{Прир.Об.С}_t, \quad (14)$$

где I_t – капиталовложения в реальные активы (высокие технологии, современное универсальное оборудование и т.п.); $\mathcal{E}_t$ или $П_t$ – планируемые по месяцам экономии на издержках или дополнительные прибыли от реализации новой продукции; I_t – планируемые по месяцам отчисления на износ и амортизацию по приобретаемым или создаваемым собственными силами новым активам; H_t – дополнительные налоговые платежи на прибыль и на имущество, порождаемые увеличением прибылей и активов организации; Увел.ЗАД_t – дополнительные заёмные средства (включая и остающиеся у организации в результате структуризации долга), необходимые для финансирования капиталовложений I_t в месяцы с номерами t ; ПР_t – дополнительные процентные платежи, возникающие в результате взятия новых кредитов или реструктуризации ранее имевшейся задолженности; Уменьш.ЗАД_t – планируемые платежи по погашению дополнительных заёмных средств; Прир.Об.С_t – прирост оборотных средств, необходимый для планируемого увеличения использования производственной мощности либо её наращивания.

Рассчитывают основные показатели альтернативных вариантов инвестиционных проектов: чистую текущую стоимость, внутреннюю норму рентабельности (доходности) и срок окупаемости. Сопоставляют динамику прироста денежных потоков организации, обеспечиваемых различными проектами с учётом графика платежей по обслуживанию и погашению долгов фирмы. Строят приоритетный ряд проектов. Для реализации выби-

рают тот из них, который характеризуется:

- максимальным значением показателей чистой текущей стоимости (чистого дисконтированного дохода) и внутренней нормы рентабельности;

- такой динамикой прироста денежных потоков организации, которая максимально соответствует графику первоочередных платежей по обслуживанию и погашению наиболее критичных долгов.

Для выбранных проектов по всем месяцам их реализации рассчитывается потребность в финансировании капиталовложений I_t , которая не обеспечена возможностями самофинансирования (то есть текущими и капитализированными прибылями, амортизационным и резервными фондами, планируемой выручкой от продаж или сдачи в аренду избыточного имущества – фаза консолидации). Выбранные проекты в комплексе должны обеспечить коэффициент текущей ликвидности выше 2,0, а коэффициент обеспеченности собственными средствами выше $(-0,1)$. Дальнейшее их повышение возможно за счёт:

- капитализации прибылей от внедрения наиболее эффективных проектов (фаза трансформации);

- сокращения суммы активов организации в результате экономии на постоянных и переменных издержках (в том числе продажи избыточных активов – фаза консолидации);

- расширения комплекса внедряемых проектов в результате движения от наиболее эффективных из них к менее эффективным в их приоритетном ряду.

В заключение составляются бюджеты и сметы для мест возникновения расходов и доходов организации, их источников (матричная структура: «подразделения и их ресурсы – проекты, заказы, финансирование»).

Библиографический список

1. Управление проектами в условиях кризиса: Учебное пособие / Под редакцией Р.Ф.Дурициной. – Благовещенск: ПКИ «Зея», 2000. – 128 с.
2. Валдайцев С.В. Антикризисное управление на основе инноваций: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 232 с.
3. 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.
4. Государственное регулирование рыночной экономики: Учебное пособие. – М.: Дело, 2001. – 280с.
5. Государственное регулирование рыночной экономики: Учебное пособие для вузов / Т.Г.Морозова, Ю.М.Дурдыев, В.Ф.Тихонов и др.; Под ред. проф. Т.Г.Морозовой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 255с.
6. Сазонова С.А. Применение декомпозиционного метода при моделировании потокораспределения в гидравлических системах / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 14. <http://moit.vivt.ru/>
7. Сазонова С.А. Моделирование нагруженного резерва при авариях гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 7. <http://moit.vivt.ru/>
8. Попова Л.Г., Барковская С.В., Жидко Е.А. Информационный мониторинг безопасности и устойчивости развития организации в XXI веке//Информация и безопасность. - 2009. -Т. 12. № 4. - С. 497-518.
9. Жидко Е. А. Научно-обоснованный подход к классификации угроз информационной безопасности / Е.А. Жидко // Информационные системы и технологии. - 2015. - № 1 (87). - С. 132-139.
10. Жидко Е.А. Логико вероятностно-информационный подход к моделированию информационной безопасности объектов защиты. Воронеж.- 2016. - 123 с.
11. Жидко Е. А., Попова Л. Г. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. -2011. -Т. 14. -№ 2. -С. 201-208.
12. Жидко Е. А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия/ Е.А. Жидко // Безопасность труда в промышленности. -2011. -№ 3. -С. 57-62.

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).

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. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями, включающими в себя номер, название иллюстрации и при необходимости - условные обозначения.

9. 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.**

10. Литературные ссылки по тексту статьи необходимо указывать в квадратных скобках, нумерация литературы должна быть произведена в порядке упоминания.

11. Количество литературных источников не должно превышать 15 (пятнадцати) штук.

12. Не допускается «Альбомная» ориентация 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.

Материалы предоставляются на E-Mail: itcses@yandex.ru