

с е т е в о й   н а у ч н ы й   ж у р н а л   ISSN 2518-1092

# НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

RESEARCH RESULT

Том 2 | № 3  
Volume 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION  
TECHNOLOGY

Сайт журнала:  
[rinformation.ru](http://rinformation.ru)

сетевой научный рецензируемый журнал  
online scholarly peer-reviewed journal



Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл. № ФС77-69101 от 14 марта 2017 г.

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)  
Mass media registration certificate El. № FS 77-69101 of March 14, 2017



Том 2, № 3. 2017

СЕТЕВОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2016 г.

ISSN 2518-1092



Volume 2, № 3. 2017

ONLINE SCHOLARLY PEER-REVIEWED JOURNAL

First published online: 2016

ISSN 2518-1092

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: **Жилияков Е.Г.**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: **Черноморец А.А.**, кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: **Болгова Е.В.**, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

РЕДАКТОР АНГЛИЙСКИХ ТЕКСТОВ СЕРИИ: **Ляшенко И.В.**, кандидат филологических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Белов С.П.**, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

**Волчков В.П.**, доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, г. Москва)

**Гахова Н.Н.**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий НИУ «БелГУ»

**Дмитриенко В.Д.**, доктор технических наук, профессор (Харьковский национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина)

**Иващук О.А.**, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

**Корсунов Н.И.**, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

**Коськин А.В.**, доктор технических наук, профессор (Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел)

**Ломазов В.А.**, доктор физико-математических наук, профессор (Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, г. Белгород)

**Ломакин В.В.**, кандидат технических наук, заведующий кафедрой прикладной информатики и информационных технологий НИУ «БелГУ»

**Маторин С.И.**, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

**Рубанов В.Г.**, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород)

EDITORIAL TEAM:

EDITOR-IN-CHIEF: **Evgeniy G. Zhilyakov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State National Research University

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF: **Andrey A. Chernomorets**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

EXECUTIVE SECRETARY: **Evgeniya V. Bolgova**, Senior Lecturer, Belgorod State National Research University

ENGLISH TEXT EDITOR: **Igor V. Lyashenko**, Ph.D. in Philology, Associate Professor

EDITORIAL BOARD:

**Sergey P. Belov**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Valery P. Volchikov**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Nina N. Gahova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

**Valery D. Dmitrienko**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Ukraine)

**Olga A. Ivaschuk**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Nikolay I. Korsunov**, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Alexander V. Koskin**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Vadim A. Lomazov**, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Russia)

**Vladimir V. Lomakin**, Candidate of Technical Sciences, Professor, Belgorod State National Research University

**Sergey I. Matorin**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Vasily G. Rubanov**, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Издатель: НИУ «БелГУ». Адрес издателя: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85.

Журнал выходит 4 раза в год

Founder: Federal state autonomous educational establishment of higher education «Belgorod State National Research University»

Publisher: Belgorod State National Research University

Address of publisher: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

Publication frequency: 4/year

## СОДЕРЖАНИЕ

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<b>Никитин В.В., Гунченко Ю.И., Басов О.О.</b> Оценка условных вероятностей байесовской сети доверия при априорной информации о взаимодействии между ее узлами в системе многомодальной аутентификации пользователя	<b>3</b>
---	----------

#### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

<b>Шуваева Е.Ю., Гахова Н.Н., Катков К.А.</b> Моделирование процессов управления инцидентами в информационной системе IT-компании	<b>11</b>
<b>Чмирева Е.В.</b> Привлекательность инвестиционных проектов в области информационных технологий	<b>18</b>
<b>Мотиенко А.И.</b> Предпосылки создания инфокоммуникационной системы мониторинга состояния здоровья населения	<b>24</b>

#### ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Юдин Д.А., Щепилова Д.В., Дружкова И.В.</b> Обеспечение скрытности дополнительной информации кодируемой в пространственных компонентах монохромного изображения	<b>31</b>
<b>Пакулова Е.А., Рындин А.В.</b> Методика оценки эффективности передачи мультимедийных данных	<b>38</b>

## CONTENTS

### COMPUTER SIMULATION HISTORY

<b>Nikitin V.V., Gunchenko Yu.I., Basov O.O.</b> Estimation of conditional probabilities of a bayesian network of trust with a priori information on the interaction between its nodes in the multimodal user authentication system	<b>3</b>
--	----------

#### SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

<b>Shuvaeva E.Yu., Gakhova N.N., Katkov K.A.</b> Modeling incident management processes in the information system IT-company	<b>11</b>
<b>Chmireva E.V.</b> The attractiveness of investment projects in the field of information technologies	<b>18</b>
<b>Motienko A.I.</b> Prerequisites for the creation of infocommunication system for monitoring health status of the population	<b>24</b>

#### INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

<b>Yudin D.A., Shchepilova D.V., Druzhkova I.V.</b> Data concealing in grayscale images spatial domain	<b>31</b>
<b>Pakulova E.A., Ryndin A.V.</b> Efficiency estimation technique for multimedia data transmission	<b>38</b>

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION HISTORY

УДК 004.09

DOI: 10.18413/2518-1092-2017-2-3-3-10

Никитин В.В.<sup>1</sup>  
Гунченко Ю.И.<sup>2</sup>  
Басов О.О.<sup>1</sup>

**ОЦЕНКА УСЛОВНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ БАЙЕСОВСКОЙ СЕТИ  
ДОВЕРИЯ ПРИ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МЕЖДУ ЕЕ УЗЛАМИ В СИСТЕМЕ  
МНОГОМОДАЛЬНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, 14 линия, д. 39, Санкт-Петербург, 199178, Россия

*e-mail: nikitin.aktash@mail.ru, gunchenko.yui@gmail.com, oobasov@mail.ru*

### Аннотация

Рассмотрен подход, реализованный в разработанной математической модели системы многомодальной аутентификации пользователя, получения оценки условных вероятностей байесовской сети доверия на основе использования нечисловой экспертной, неточной и неполной информации о биометрических параметрах пользователя. Найдены усредненные оценки вероятностных параметров и соответствующие им стандартные отклонения, дающие возможность решить задачу оценки вероятности легитимности пользователя, работающего с системой.

**Ключевые слова:** несанкционированный доступ; аутентификация; многомодальность; байесовская сеть доверия; вероятность.

UDC 004.09

Nikitin V.V.<sup>1</sup>  
Gunchenko Yu.I.<sup>2</sup>  
Basov O.O.<sup>1</sup>

**ESTIMATION OF CONDITIONAL PROBABILITIES OF A BAYESIAN  
NETWORK OF TRUST WITH A PRIORI INFORMATION ON THE  
INTERACTION BETWEEN ITS NODES IN THE MULTIMODAL USER  
AUTHENTICATION SYSTEM**

<sup>1</sup> St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University of ITMO), 49 Kronverksky Prospect, St. Petersburg, 197101, Russia

<sup>2</sup> Federal state Budgetary Institution of Science of St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences, 39 14-th Linia, St. Petersburg, 199178, Russia

*e-mail: nikitin.aktash@mail.ru, gunchenko.yui@gmail.com, oobasov@mail.ru*

### Abstract

The approach realized in the developed mathematical model of the multimodal user authentication system, obtaining an estimate of the conditional probabilities of the Bayesian network of trust based on the use of non-numerical expert, inaccurate and incomplete information about the user's biometric parameters is considered. The averaged estimates of probabilistic parameters and the standard deviations corresponding to them are obtained, which make it possible to solve the problem of estimating the probability of legitimacy of the user working with the system.

**Keywords:** unauthorized access; authentication; multimodality; Bayesian network of trust; probability.

Неуклонный рост информационного пространства человека в процессе информатизации общества предъявляет особые требования к вопросам обеспечения защиты и конфиденциальности данных. Анализ [1] технических возможностей современных автоматизированных систем по обеспечению защиты от несанкционированного доступа (НСД) свидетельствует о том, что далеко не полностью реализованы возможности автоматизированных рабочих мест пользователя по осуществлению процедуры его аутентификации. Повсеместно отчеты различных организаций в сфере защиты информации показывают [2], что защищенность автоматизированных систем от воздействий компьютерных атак и различных программ скрытого информационного воздействия не отвечает текущим угрозам. Существующие потребности в повышении уровня контроля доступа к информации и эффективном использовании автоматизированных систем [3], а также развитие методов получения нелегального доступа к информации, определяют особую актуальность научного поиска в области разработки новых и совершенствования существующих методик аутентификации пользователей.

Разработка эффективной многомодальной системы аутентификации пользователя, позволяющая осуществлять защиту от НСД и контроль доступа легитимного пользователя с учетом данных нескольких каналов коммуникативного взаимодействия пользователя и автоматизированной системы является выходом из сложившейся ситуации. В основе многомодальной аутентификации заложена имеющаяся возможность учета информации о функциональном (физиологическом, эмоциональном, психофизиологическом) состоянии пользователя [4], что способствует повышению достоверности реализуемой процедуры.

Непосредственно математическая модель многомодальной системы аутентификации пользователя на основе байесовской сети доверия (БСД) [5] представлена в работе [6]. Она позволяет комплексно учитывать информацию о различных биометрических признаков аутентификации пользователя, которые объединяются (группируются) на основе методов многомодального объединения [4, 7]. В процессе моделирования в среде GeNIe [8] также была найдена возможность решения задачи вероятностного прогнозирования достоверности аутентификации пользователя на основе данных о его биометрических признаках.

По получаемой информации (в процессе анализа работы пользователя) с помощью байесовского метода в разработанной модели появляется возможность вычисления вероятности истинной гипотезы (легитимность пользователя). Вновь получаемая информация многомодальной системой аутентификации выступает в качестве исходных данных для модификации априорных вероятностей, на основе которых вычисляются апостериорные вероятности. Также, еще одним его положительным моментом является возможность применения субъективных вероятностных оценок априорных гипотез при отсутствии эмпирических данных [9].

Уточнение таблиц условных вероятностей для моделируемой БСД производится на основе экспертной информации, имеющихся данных различных научных исследований, накопленных статистических данных, которые могут быть применимы в многомодальных системах аутентификации пользователя.

Однако, при анализе различных модальностей имеет место дефицит статистической числовой информации, приводящий к существенным трудностям в успешной идентификации объектов, описываемых наборами различных биометрических характеристик. Для устранения данного недостатка к оценке условных БСД при дефиците информации о взаимодействиях между узлами привлекают экспертов. Экспертная оценка, к сожалению, не может предоставить точную числовую оценку этих вероятностей, а мнения экспертов ограничены рядом сравнительных суждений о превосходстве или равенстве вероятностей принадлежности объекта к различным категориям.

Особенностью многомодальной аутентификации пользователя является учет информации, получаемую из разных каналов (источников) и обладающую различной значимостью (по разным параметрам – важности, информативности, надежности и т.п.). В этом случае, оценка относительной значимости источников информации с применением весовых коэффициентов

затруднительна, и, как правило, используются только сравнительные суждения о значениях весовых коэффициентов сопоставимых сравнительным суждениям о вероятностях.

Стоит отметить, что для экспертов, привлекаемых к оценке, именно такая нечисловая (ординальная) форма представления информации о вероятностях и весовых коэффициентах является наиболее приемлемой, что подтверждают различные психологические эксперименты [10, 11], а представление экспертных знаний в точной числовой форме вызывают появление смещенных оценок, и как итог – неверные выводы [12].

Интервалы возможных значений параметров также могут быть использованы в работе экспертов для оценок вероятностей [13]. Соответственно, появляется возможность объединения данной интервальной (неточной) с нечисловой информацией. Однако, для определения числовых значений всех вероятностей, порой и указанная объединенная информация оказывается недостаточно полной. Таким образом, далее каждый привлекаемый эксперт имеет нечисловую экспертную, неточную и неполную (ННН) информацию по оцениваемым вероятностям, а «супер»-экспертом выступает непосредственно сам исследователь, который обладает ННН-информацией по весовым коэффициентам соответствующих экспертных мнений.

Рассмотрим данный случай более детально, когда имеется необходимость вычисления оценки вероятности  $p_i$ , характеризующей принадлежность исследуемого объекта к определенному классу  $A_i$  из совокупности  $r$  альтернативных классов, с использованием информации  $I$ . Данная информация ( $I$ ), исходит от некоторого эксперта (формируется из некоторого источника), и согласно описанию выше, подразделяется на две категории – нечисловая  $OI$ , (например, «вероятность альтернативы  $A_i$  меньше, чем вероятность альтернативы  $A_s$ » и т.п.), и интервальная информация  $II$  (например, диапазоны  $[a_i, b_i]$ ,  $0 \leq a_i \leq b_i \leq 1$ ,  $i = 1, \dots, r$ , возможного варьирования вероятностей  $p_1, \dots, p_r$ ).

Соответственно, объединенная нечисловая и неточная информация  $I = OI \cup II$  описывается следующей системой неравенств и равенств для вероятностей  $p_1, \dots, p_r$  различных альтернатив  $A_1, \dots, A_r$ :

$$I = \begin{cases} p_i > p_l, \\ p_u = p_v, \\ a_s \leq p_s \leq b_s, \\ i, l, u, v, s \in \{1, \dots, r\}. \end{cases} \quad (1)$$

В связи с тем, что даже объединенная информация  $I$  (1) не позволяет найти числовые значения вероятностей  $p_1, \dots, p_r$ , можно сделать вывод о том, что информация  $I$  – неполна, а эксперт обладает ННН-информацией  $I$  о вероятностях  $p_1, \dots, p_r$  альтернатив  $A_1, \dots, A_r$ .

Комплексный учет ННН-информации  $I$  формирует множество  $P(r; I)$  всех векторов вероятностей, которые с геометрической точки зрения представляют собой  $(r - 1)$ -мерный полиэдр  $P(r; I)$ . Сама ННН-информация  $I$  с точностью до множества  $P(r; I)$  как раз и определяет вектор вероятностей  $p = (p_1, \dots, p_r)$ .

Получить случайный вектор, распределенный на полиэдре  $P(r; I)$ :

$$\begin{aligned} \tilde{p}(I) &= (\tilde{p}_1(I), \dots, \tilde{p}_r(I)), \\ \tilde{p}_i(I) &\geq 0, \\ \tilde{p}_1(I) + \dots + \tilde{p}_r(I) &= 1, \end{aligned} \quad (2)$$

можно путем моделирования неопределенности выбора вектора вероятностей  $p = (p_1, \dots, p_r)$  из множества  $P(r; I)$  согласно [14].

Рассмотрим его более детально: стохастической оценкой вероятности альтернативы  $A_i$ , учитывающей ННН-информацию  $I$  является компонента  $\tilde{p}_i(I)$  случайного вектора  $\tilde{p}(I)$ , а получаемые при этом математические ожидания:

$$\bar{p}_i(I_j) = E \tilde{p}_i(I_j) \quad (3)$$

выступают в качестве усредненных оценок вероятностей  $p_i$ ,  $i=1, \dots, r$ .

Стандартные отклонения, рассчитываемые как:

$$\delta_i(I) = \sqrt{D \tilde{p}_i(I)} \quad (4)$$

задают меру разброса стохастических оценок  $\tilde{p}_i(I)$  от согласованных с ними усредненных значений  $\bar{p}_i(I)$ . Таким образом, вектор:

$$\bar{p}(I) = (\bar{p}_1(I), \dots, \bar{p}_r(I)) \quad (5)$$

усредненных оценок вероятностей представляет собой числовой образ ННН-информации  $I$ .

При многомодальной аутентификации ННН-информацию, получаемую по коммуникативным каналам взаимодействия пользователя и АС, удобно задать кортежем:

$$I = \langle I_1, \dots, I_m \rangle, \quad (6)$$

компонента  $I_j$  которого представляет какую-либо систему неравенств (или равенств) для вероятностей  $p_1, \dots, p_r$ , определяющая с точки зрения ННН-информации  $I_j$  множество  $P(r; I_j)$  всех допустимых векторов  $p = (p_1, \dots, p_r)$  вероятностей различных альтернатив  $A_1, \dots, A_r$ .

По аналогии с [14] путем моделирования неопределенность выбора вектора  $p = (p_1, \dots, p_r)$  из множества  $P(r; I_j)$ , можно определить случайный вектор вероятностей:

$$\begin{aligned} \tilde{p}(I_j) &= (\tilde{p}_1(I_j), \dots, \tilde{p}_r(I_j)), \\ \tilde{p}_i(I_j) &\geq 0, \\ \tilde{p}_1(I_j) + \dots + \tilde{p}_r(I_j) &= 1. \end{aligned} \quad (7)$$

При анализе его компонент, можно сделать вывод, что каждая из них представляет собой стохастическую оценку неизвестной вероятности  $p_i$ , полученную на основе ННН-информации  $I_j$  от соответствующего эксперта.

ННН-информацию, имеющуюся у исследователя можно представить в виде следующей системы:

$$J = \begin{cases} w_i > w_r, \\ w_u = w_v \dots; \\ A_l \leq w_l \leq B_l \dots \end{cases} \quad (8)$$

которая использует весовые коэффициенты о сравнительной значимости отдельных источников:

$$\begin{aligned} w_1, \dots, w_m, \\ w_j \geq 0, \\ w_1 + \dots + w_m = 1. \end{aligned} \quad (9)$$

Соответственно, доступную исследователю всю ННН-информацию, можно описать в виде следующего кортежа:

$$\langle I, J \rangle = \langle I_1, \dots, I_m, J \rangle, \quad (10)$$

последняя компонента которого представляет собой определенную систему равенств/неравенств используемых весовых коэффициентов  $w_1, \dots, w_m$ .

С точки зрения ННН-информации, введенная информация  $J$ , характеризует множество  $W(m; J)$  допустимых векторов  $w = (w_1, \dots, w_m)$  весовых коэффициентов. Путем моделирования

неопределенности выбора вектора  $w = (w_1, \dots, w_m)$  из множества  $W(m; J)$  согласно [14], можно определить следующий случайный вектор весовых коэффициентов:

$$\begin{aligned} \tilde{w}(J) &= (\tilde{w}_1(J), \dots, \tilde{w}_m(J)), \\ \tilde{w}_j(J) &\geq 0, \\ \tilde{w}_1(J) + \dots + \tilde{w}_m(J) &= 1, \end{aligned} \quad (11)$$

в котором стохастической оценкой некоторого весового коэффициента  $w_j$ , на основе ННН-информации  $J$  выступает каждая компонента  $\tilde{w}_j(J)$ . Получить искомые усредненные оценки весов  $w_j$ ,  $j = 1, \dots, m$  можно путем расчета математического ожидания:

$$\bar{w}_j(J) = E \tilde{w}_j(J) \quad (12)$$

Разброс стохастических оценок компонент вектора  $\tilde{w}_j(J)$  справа и слева от их соответствующих усредненных значений  $\bar{w}_j(J) = E \tilde{w}_j(J)$  определяется стандартными отклонениями, рассчитываемыми как:

$$\varepsilon_j(J) = \sqrt{D \tilde{w}_j(J)} \quad (13)$$

Таким образом, относительно ННН-информации  $J$  вектор усредненных оценок весовых коэффициентов представляет ее есть числовой образ.

При анализе полученных данных можно составить матрицу, строки которой сформированы из стохастических оценок вероятностей альтернатив –  $(\tilde{p}_i(I_j))$ ,  $i = 1, \dots, r$ ,  $j = 1, \dots, m$ , и представляют собой случайные вектора  $\tilde{p}(I_j)$ , компоненты которых характеризуют оценки вероятностей альтернатив, по ННН-информации  $I_j$  из определенного источника.

Многокритериальную оценку вероятности  $p_i$  альтернативы  $A_i$  можно получить путем транспонирования столбца матрицы  $(\tilde{p}_i(I_j))$  и определения случайного вектора:

$$\tilde{p}^{(i)} = (\tilde{p}_i(I_1), \dots, \tilde{p}_i(I_m)). \quad (14)$$

Сводная оценка вероятности альтернативы  $A_i$ , построенная путем линейного взвешенного смоделированного неопределенного выбора вектора агрегирования стохастических оценок  $\tilde{p}_i(I_j)$  со случайными весовыми коэффициентами  $\tilde{w}_j(J)$ ,  $j = 1, \dots, m$ , имеет вид:

$$\tilde{\tilde{p}}_i(I; J) = \sum_{j=1}^m \tilde{p}_i(I_j) \tilde{w}_j(J) \quad (15)$$

Отметим, что в оценке  $\tilde{\tilde{p}}_i(I; J)$  вероятности  $p_i$  альтернативы  $A_i$  заложен комплексный учет всей ННН-информации  $(I; J) = (I_1, \dots, I_m; J)$ , которая имеется у исследователя.

Математическое ожидание и дисперсию сводной оценки вероятности  $\tilde{\tilde{p}}_i(I; J)$  можно рассчитать как:

$$\bar{\tilde{\tilde{p}}}_i(I; J) = E \tilde{\tilde{p}}_i(I; J) = \sum_{j=1}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{w}_j(J), \quad (16)$$

$$\begin{aligned} S_i^2(I, J) &= D \tilde{\tilde{p}}_i(I, J) = \sum_{\substack{j,l=1 \\ j \neq l}}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{p}_i(I_l) \varepsilon_{jl}(J) + \\ &+ \sum_{j=1}^m [\delta_i^2(I_j) \varepsilon_j^2(J) + \delta_i^2(I_j) \bar{w}_j^2(J) + \bar{p}_i^2(I_j) \varepsilon_j^2(J)], \end{aligned} \quad (17)$$

где  $\varepsilon_{jl} = \text{cov}(\tilde{w}_j(J), \tilde{w}_l(J))$  – ковариация стохастических весовых коэффициентов  $\tilde{w}_j(J)$ ,  $\tilde{w}_l(J)$ ,  $j \neq l$ .



Таким образом, найденные усредненные оценки  $\bar{p}_i(I, J)$  вероятностей альтернатив и соответствующие им стандартные отклонения  $S_i(I, J) = \sqrt{S_i^2(I, J)} = \sqrt{D \tilde{p}_i(I, J)}$ ,  $i = 1, \dots, r$ , дают возможность решить задачу оценки вероятностей  $p_1, \dots, p_r$  соответствия исследуемого объекта различным альтернативным классам  $A_1, \dots, A_r$  с помощью анализа всей имеющейся у исследователя ННН-информации  $(I, J) = (I_1, \dots, I_m, J)$ , относительно как вероятностей, так и весовых коэффициентов.

Применительно к оценке условных вероятностей в разработанной математической модели на основе БСД с учетом всей имеющейся ННН-информации возможна реализация и получение усредненных оценок с использованием программной среды APIS (рисунок) [15].

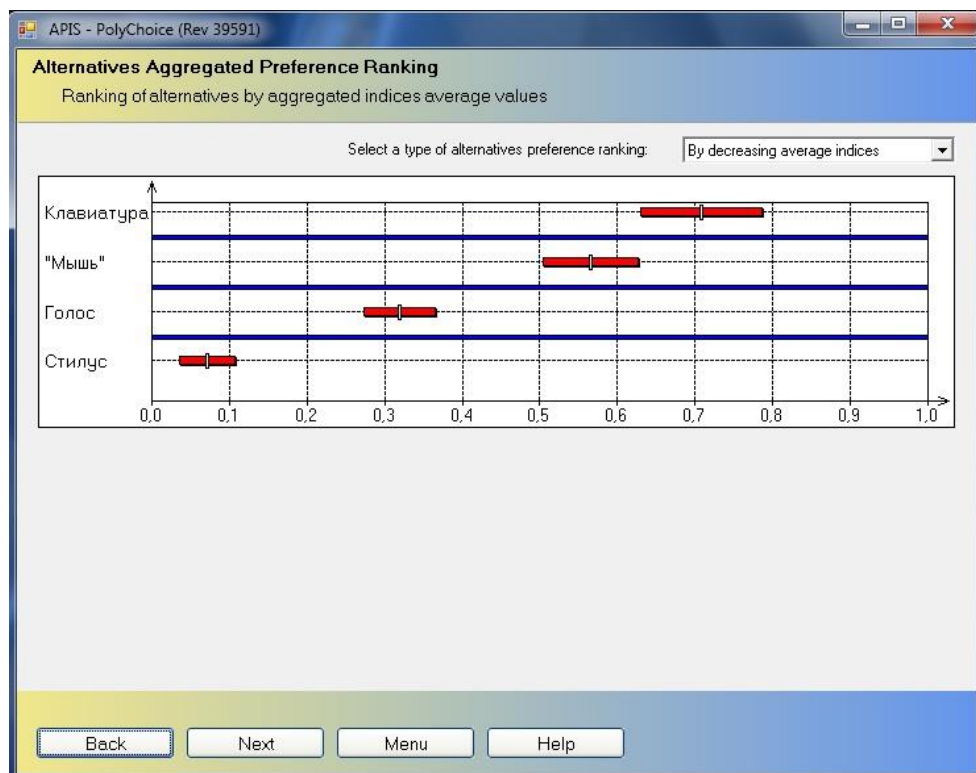


Рис. Пример расчета весовых коэффициентов в среде APIS для многомодальной аутентификации пользователя  
Fig. Example of calculating weights in an APIS environment for multimodal user authentication

Заложенный функционал программной среды APIS позволяет использовать и нечисловую, и интервальную информацию по оцениваемым параметрам. В зависимости от используемых входных данных найдена возможность получения оценки условных вероятностей БСД используемой модели при априорной информации о взаимодействии между ее узлами.

### Список литературы

1. Никитин В.В. Существующие системы аутентификации и идентификации пользователей: основные проблемы и направления их модернизации // Вестник Московского Университета МВД России, № 2, 2014. – С. 165-172.
2. Отчет об исследовании утечек конфиденциальной информации аналитического центра компании Info Watch за 2016 г. – <http://infowatch.ru/gerport2016>, дата обращения 23.03.2017 г.
3. Проскурин В.Г., Крутов С.В., Мацкевич И.В. Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности. Защита в операционных системах: уч. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2009, 168.
4. Басов О.О., Карпов А.А., Сайтов И.А. Методологические основы синтеза полимодальных инфокоммуникационных систем государственного управления: монография. – Орёл: Академия ФСО России, 2015, 270.

5. Концептуальная модель многомодального интерфейса абонентского терминала / Струев Д.А., Бондарева Н.В., Будков В.Ю., Басов О.О., Ронжин А.Л. // Научные ведомости Белгородского государственного университета (Экономика, Информатика), № 23 (244), вып. 40, 12, 2016.
6. Korb K.B., Nicholson A.E. Bayesian Artificial Intelligence. New York: Chapman and Hall/CRC, 2004. 364 p.
7. Никитин В.В., Гунченко Ю.И. Модель системы многомодальной аутентификации пользователя на основе байесовской сети доверия // Экономика и менеджмент систем управления. – Воронеж, 2017, № 2.2 (24), 276-282.
8. GeNIe 2.0 Available at: <https://www.bayesfusion.com>.
9. Мусина В.Ф. Байесовские сети доверия как вероятностная графическая модель для оценки медицинских рисков // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 24. С. 135-151.
10. Хованов Н.В., В.В. Корников, Серегин И.А. Многокритериальное оценивание финансовых рисков в условиях неопределенности. – СПб., СПбГУ, 2002. – 96 с.
11. Hovanov N.V. Discrete variable measurement using non-numerical, inexact, and incomplete information on probabilities' distribution // Proceedings of the International Seminar "Mathematics, Statistics and Computation to Support Measurement Quality". SPb., UNIIM, 2002. P. 20-21.
12. Moshkovich H., Mechtov A., Olson D. Ordinal judgments for comparison of multiattribute alternatives // European Journal of Operational Research. – 2002. – Vol. 137. – Pp. 625-641.
13. Engemann K. J., Yager R. R. A general approach to decision making with interval probabilities // International Journal of General Systems. – 2001. – Vol. 30. – Pp. 623-647.
14. Bayes T. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances // Biometrika. – 1958. – Vol. 45. – P. 296-315.
15. Hovanov N. Imprecise Event Trees Framework for Evaluation of Russian Economy Perspectives / Hovanov N., Yudaeva M., Kolesov D. 7th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics University of Pisa, Italy, Dec 6-8, 2014.

### References

1. Nikitin V.V. The existing system of authentication and human identification: the main problems and tasks of their modernization // Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, № 2, 2014. – p. 165-172.
2. Report on the investigation of leaks of confidential information from the analytical center of «InfoWatch», 2016. – <http://infowatch.ru/report2016>, 23.03.2017 г.
3. Proskurin V.G., Krutov S.V., Matskevich I.V. Software and hardware for information security. Protection in operating systems: manual for high schools – Moscow : Radio and communication, 2009, 168.
4. Basov O.O., Karpov A.A., Saitov I.A. Methodological foundations for the synthesis of multimodal infocommunication systems of public administration: monograph – Orel : Akademiya FSO Rossii, 2015, 270.
5. A conceptual model multimodal user interface of the subscriber terminal / Struev D.A., Bondareva N.V., Budkov V.Yu., Basov O.O., Ronzhin A.L. // Belgorod State University Scientific Bulletin (Economics, Information technologies), № 23 (244), Issue 40, December 2016.
6. Korb K.B., Nicholson A.E. Bayesian Artificial Intelligence. New York: Chapman and Hall/CRC, 2004. 364 p.
7. Nikitin V.V., Gunchenko Yu.I. Model of multimodal user authentication system based on Bayesian network of trust // Economics and Management Systems Management. – Voronezh, 2017, № 2.2 (24), 276-282.
8. GeNIe 2.0 Available at: <https://www.bayesfusion.com>.
9. Musina V.F. Bayesian networks of trust as a probabilistic graphic model for assessing medical risks // Proceedings of SPIIRAS. 2013. Vol. 24. p. 135-151.
10. Khovanov N.V., Kornikov V.V., Seregin I.A. Multicriteria evaluation of financial risks in conditions of uncertainty, St. Petersburg, St. Petersburg State University, 2002. – 96.
11. Hovanov N.V. Discrete variable measurement using non-numerical, inexact, and incomplete information on probabilities' distribution // Proceedings of the International Seminar "Mathematics, Statistics and Computation to Support Measurement Quality". SPb., UNIIM, 2002. P. 20-21.
12. Moshkovich H., Mechtov A., Olson D. Ordinal judgments for comparison of multiattribute alternatives // European Journal of Operational Research. – 2002. – Vol. 137. – p. 625-641.
13. Engemann K. J., Yager R. R. A general approach to decision making with interval probabilities // International Journal of General Systems. – 2001. – Vol. 30. – Pp. 623-647.
14. Bayes T. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances // Biometrika. – 1958. – Vol. 45. – P. 296-315.
15. Hovanov N., Yudaeva M., Kolesov D. Imprecise Event Trees Framework for Evaluation of Russian Economy Perspectives, 7th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics University of Pisa, Italy, Dec 6-8, 2014.

**Никитин Виктор Викторович**, аспирант кафедры речевых информационных систем

**Гунченко Юлия Игоревна**, программист

**Басов Олег Олегович**, доктор технических наук, профессор кафедры речевых информационных систем

**Nikitin Viktor Viktorovich**, post-graduate student of Department of Speech Information Systems

**Gunchenko Yulia Igorevna**, programmer

**Basov Oleg Olegovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Speech Information Systems

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

УДК 004

DOI:10.18413/2518-1092-2017-2-3-11-17

Шуваева Е.Ю.<sup>1</sup>  
Гахова Н.Н.<sup>1</sup>  
Катков К.А.<sup>2</sup>

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ  
В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ IT-КОМПАНИИ**

<sup>1</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

<sup>2</sup> Северо-Кавказский федеральный университет, пр. Кулакова, д. 2, г. Ставрополь, 355028, Россия

*e-mail: shuvaeva95@yandex.ru, gahova@bsu.edu.ru, kkatkoff@mail.ru*

### Аннотация

В статье предложен подход к решению задачи автоматизации функционирования существующей системы управления инцидентами. Проведен анализ существующей модели управления инцидентами, которая используется в большинстве компаний. Представлен анализ результатов управления инцидентами, полученных в процессе функционирования существующей модели управления инцидентами в службе технической поддержки. Применяется математический аппарат теории массового обслуживания, в разработанной математической модели решается задача нахождения минимального количества каналов обработки заявок при заданных ограничениях. Предложены алгоритмы управления инцидентами.

**Ключевые слова:** инцидент-менеджмент; ITIL; техническая поддержка информационных систем; система массового обслуживания; математическая модель управления инцидентами; SLA.

UDC 004

Shuvaeva E.Yu.<sup>1</sup>  
Gakhova N.N.<sup>1</sup>  
Katkov K.A.<sup>2</sup>

**MODELING INCIDENT MANAGEMENT PROCESSES  
IN THE INFORMATION SYSTEM IT-COMPANY**

<sup>1</sup> Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

<sup>2</sup> North-Caucasus Federal University, 2 Kulakova ave, Stavropol, 355028, Russia

*e-mail: shuvaeva95@yandex.ru, gahova@bsu.edu.ru, kkatkoff@mail.ru*

### Abstract

The article proposes an approach to solving the problem of automation of functioning of the existing incident management system. The analysis of the existing model of incident management, which is used in most companies. The results analysis of control incidents in the operation of the existing model of incident management to technical support. Applies mathematical apparatus of the theory of queueing systems, in mathematical models the problem of finding the minimum number of channels of the processing of applications under the given constraints. The algorithms for incident management.

**Keywords:** incident management; ITIL; technical support information systems; queueing system; mathematical model of incident management; SLA.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время актуальной задачей является поддержание функционирования информационной системы предприятия на заданном уровне эффективности. При достаточно большом потоке заявок связанным с ухудшением характеристик функционирования информационной системы возникает необходимость оперативного реагирования на заявки пользователей с целью минимизации их потерь. Один из подходов для решения поставленной задачи связан с применением рекомендаций ITIL в системе управления службы технической поддержки, которые позволяют существенно уменьшить время реакции на поступающие заявки от реальных пользователей за счет автоматизации процесса учета и обработки их обращений [1].

В основе построения математической модели обработки поступающих заявок целесообразно использовать математический аппарат теории массового обслуживания (теории очередей) [2].

Для решения поставленной задачи систему управления службы технической поддержки можно представить, как многоканальную систему массового обслуживания с отказами, которая позволит оценить такие характеристики как среднее число занятых каналов в текущий момент времени и вероятность отказа в обслуживании, которые в свою очередь позволят обосновать решения по совершенствованию системы управления службы технической поддержки.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Целью исследования является повышение эффективности предоставления информационно-коммуникационных услуг путем нахождения минимального количества каналов обработки заявок при заданных ограничениях.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи:

- анализ существующей системы управления инцидентами;
- разработка предложений по повышению эффективности функционирования службы технической поддержки;
- оценка целевой эффективности разработанных предложений.

В качестве объекта исследования в работе выступает существующая система управления технической поддержкой и разрешения инцидентов.

Предметом исследования являются процессы функционирования системы управления технической поддержкой.

Автоматизация работы службы технической поддержки в настоящее время заключается в приеме большого количества обращений от разных источников: электронная почта, веб-формы с сайтов, прием и регистрация обращений по телефону, прием служебных записок через личный кабинет пользователя и с помощью портала самообслуживания [3].

Все поступившие обращения оформляются оператором в заявки. Работа с заявками осуществляется по определенному алгоритму, который в целом одинаков во всех службах технической поддержки.

На рисунке 1 представлен алгоритм работы с инцидентами в службе технической поддержки на первой и второй линии.

При анализе существующей модели управления инцидентами (рис. 1) выявлены следующие недостатки:

- образование очереди на линии при большом потоке звонков (заявок);
- ограниченное время для консультирования и обработки обращений операторами. Регистрация и классификация обращений занимает значительное время;
- недостаточное количество операторов при большом потоке заявок, загруженность операторов;
- неструктурированность базы знаний и ее несвоевременное обновление. При попытке оказания первоначальной поддержки ориентироваться в неструктурированной базе знаний по предмету консультации крайне сложно;

- передача инцидента на 2-й уровень поддержки без его разрешения на 1-м уровне;
- возникновение очереди необслуженных инцидентов на 2-й линии поддержки. Большой процент направленных на 2-ю линию инцидентов – это отрицательный и крайне низкий показатель качества работы первой линии поддержки, которая должна закрывать не менее 80% всех поступающих обращений;
- превышение установленных сроков обслуживания инцидента в соответствии с Соглашением об уровне оказания услуг (SLA). Каждый инцидент, зарегистрированный в информационной системе управления инцидентами имеет свои сроки выполнения. В соглашении об уровне предоставления услуг (англ. Service Level Agreement (SLA)) указаны уровни качества предоставления услуг, сроки восстановления и время доступности предоставляемых услуг. При управлении инцидентами необходимо придерживаться сроков разрешения инцидента согласно срокам, указанным в Соглашении об уровне оказания услуг (SLA).



Рис. 1. Существующий алгоритм работы с инцидентами  
Fig. 1. The existing algorithm for handling incidents

В большинстве случаев, проблема маршрутизации большинства обращений на вторую линию, происходит из-за ограниченного времени на поиска ответа в неструктурированной базе знаний.

Для построенной математической модели разработан следующий алгоритм решения задачи, который может быть использован для расчета минимального количества каналов обработки заявок [6].

Граф состояний системы технической поддержки представлен на рисунке 2, где:

$\lambda$  – интенсивность входящих заявок;

$\mu$  – интенсивность обработки заявок;

$n$  – число состояний;

$S_i$  – состояния системы технической поддержки, когда в ней находится  $i$  заявок.

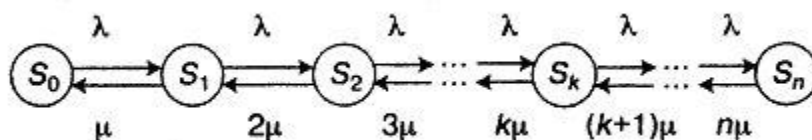


Рис. 2. Граф состояния системы технической поддержки  
Fig. 2. The count state of technical support system

Представленный граф позволяет решить задачу расчета вероятностей переходов из состояния  $S_k$  в соседнее  $S_{k+1}$ .

Входящий поток заявок является простейшим, поэтому переход из состояния  $S_i$  в  $S_{i+1}$  происходит с одной и той же интенсивностью [7].

Переходы из состояния  $S_i$  в соседнее  $S_{i+1}$  происходит с интенсивностью  $k$  (кратное количеству занятых каналов). На основе распределения Эрланга вычисляется вероятность отказа  $p_0$ , когда система находится в состоянии  $S_0$ , и вероятность отказа  $p_i$ , когда система находится в состоянии  $S_i$ :

$$p_0 = \left( 1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\lambda^2}{2\mu^2} + \frac{\lambda^3}{3!\mu^3} + \dots + \frac{\lambda^n}{n!\mu^n} \right)^{-1}, \quad (1)$$

$$p_i = \frac{\lambda^i}{i!\mu^i} \cdot p_0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Если отношение  $\frac{\lambda}{\mu}$  обозначить через  $\rho$ , то получим:

$$p_0 = \left( 1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1}; \quad p_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot p_0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Величина  $\rho$  определяет среднее число заявок, приходящих за среднее время обслуживания одной заявки. Ее называют коэффициентом загрузки системы [15].

Вычислим вероятность отказа системы управления службы технической поддержки в обслуживании заявки:

$$P_{отк} = p_n = \frac{\rho^n}{n!} \cdot p_0, \quad (4)$$

В результате можно найти среднее число занятых каналов в текущий момент времени по формуле (5):

$$\bar{k} = \frac{A}{\mu} = \rho \cdot \left( 1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot p_0 \right), \quad (5)$$

где  $\bar{k}$  – среднее число занятых каналов в текущий момент времени;  $n$  – число каналов связи.

Полученные значения  $\bar{k}$  и  $P_{отк}$  позволяют оценить эффективность функционирования системы управления службой технической поддержки и выработать обоснованные решения по ее совершенствованию.

Получение искомого решения обеспечивается за сравнительно небольшое число шагов и не требует больших временных затрат и вычислительных ресурсов.

Кроме разработанного выше алгоритма, для повышения эффективности функционирования службы технической поддержки предлагается использовать в процессе управления инцидентами следующий алгоритм управления инцидентами, представленный на рисунке 3.

Алгоритм управления инцидентами показывает введение дополнительной линии поддержки за счет распределения задач 1-й линии, разгрузки обязанностей 2-й линии. Особенность данной линии в том, что она не требует выделения дополнительных специалистов, достаточно задействовать часть специалистов из 1-й линии, при этом выявив минимальное количество каналов обработки заявок при заданных ограничениях. Функции специалиста дополнительной линии технической поддержки:

- проведение анализа назначенных на рабочую группу инцидентов с целью определения правильности назначения и контроля корректности, указанных оператором (диспетчером Контакт Центра) данных;

- распределение инцидентов по специалистам 2-й линии технической поддержки (инженерам);
- привлечение дополнительных ресурсов;
- контроль принятия в работу и времени выполнения инцидентов;

- формирование и направление на регулярной основе специалистам 2-й линии поддержки перечня стандартных вопросов, которые оператор (диспетчер КЦ) должен задать Контактному лицу при приёме Обращения;
- исходящие звонки и консультирование пользователей по решенным заявкам;
- консультирование из базы прецедентов;
- актуализация базы знаний по письму от специалистов 2-й линии;
- своевременное информирование об изменениях в системе, обновлениях или наблюдаемых технических сбоях (по письму от специалистов 2-й линии);
- составление отчетности о поступивших и направленных заявках, ведение счета обращений и инцидентов, обработанных оператором и специалистами 2-й линии;
- своевременное информирование специалистов 2-й линии о заявках, у которых истекает срок решения.

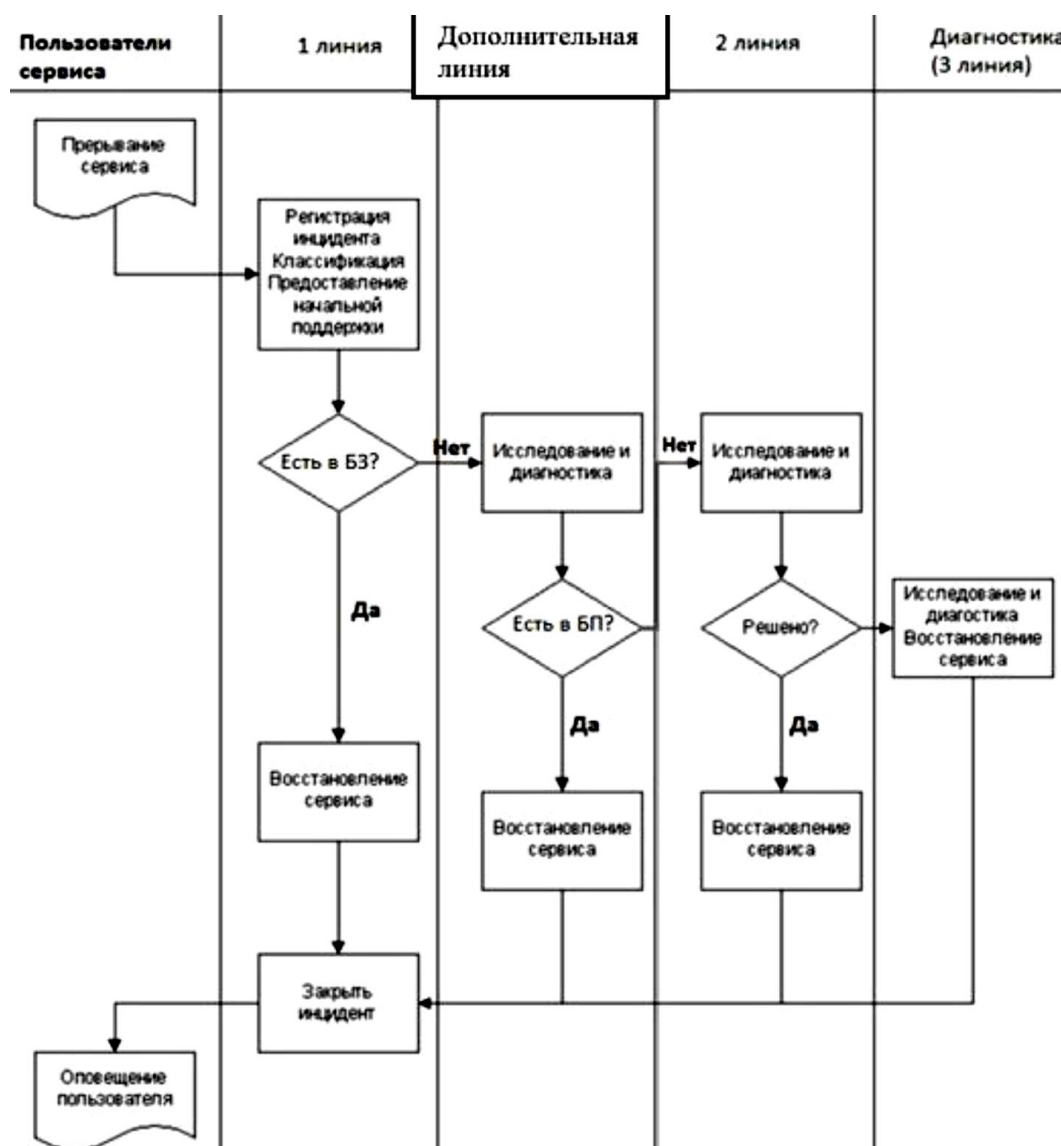


Рис. 3. Алгоритм управления инцидентами  
Fig. 3. The algorithm for incident management

Дополнительная линия поддержки использует базу прецедентов, где решаются вопросы, которые не были решены во время разговора с пользователем [8].



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная методика предполагает использование алгоритма управления инцидентами, который показывает введение дополнительной линии поддержки за счет распределения задач 1-й линии, разгрузки обязанностей 2-й линии. Организация дополнительной линии поддержки, которая разделяет обязанности операторов, повышает показатели эффективности службы технической поддержки.

Расчет количества операторов при большом потоке заявок производится согласно алгоритму решения задачи нахождения минимального количества каналов обработки заявок при заданных ограничениях. Рекомендуется применять блок-схему этого алгоритма, предварительно реализовав ее в виде программы на одном из языков объектно-ориентированного программирования для ускорения расчетов.

Предлагаемая методика позволяет рассчитать достаточное количество специалистов при большом потоке заявок, тем самым уменьшить количество непринятых звонков и незарегистрированных заявок. Предложение по структуризации базы знаний и внедрения базы прецедентов позволяет ускорить процесс обработки заявок специалистами 1-й линии.

Актуализация и структурирование базы знаний возможна по классификации самого обращения. Например, в обращении всегда указывается тематика вопроса, к какой услуге, предоставляемой технической поддержкой относится тот или иной вопрос, к какому приоритету относится, и какой срок по SLA выделен для решения проблемного вопроса. Если в базе знаний информация будет структурирована таким образом, то можно провести привязку базы знаний с системой управления инцидентами.

В результате применения предлагаемой методики предполагается уменьшение количества заявок переданных специалистам второй линии, что позволит инженерам придерживаться оговоренного срока выполнения заявки.

## **Список литературы**

1. Величко Т.В., Скачков П. П., Тимофеева Г.А. Математические модели массового обслуживания. Методические указания для студентов заочной формы обучения. – Екатеринбург, 2004. – 43 с.
2. Гахов, Р.П. Компьютерное моделирование экономических процессов: учебное пособие для студентов вузов по специальности 230400.62 "Информационные системы и технологии" [Текст] / Р.П. Гахов, Н.В. Щербинина и др.; рец.: А.А. Черноморец. – Белгород: ИД Белгород, 2014. – 88 с.
3. Кирпичников А.П., Флакс Д.Б., Вероятностные характеристики открытой многоканальной системы массового обслуживания с ограниченным средним временем пребывания в системе // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 242-245. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. [Текст] – М.: Дело, 2006. – 336 с.
4. Кирпичников А.П. Прикладная теория массового обслуживания. Казань: Изд-во Казанского гос. университета, 2008. 112 с.
5. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. Казань: Изд-во Казанского университета, 2011. 200 с.
6. Рассказова М. Н., Имитационное моделирование систем [Текст]. – Омск: Омский государственный институт сервиса, 2010. – 80 с.
7. Шуваева Е.Ю. Задача определения вероятностных характеристик работы отдела технической поддержки в АИС / Е.Ю. Шуваева, Н.Н. Гахова // Компьютерные технологии и телекоммуникации – 2016 (КТТК-2016) IV Всероссийская молодежная научно-практическая конференция 20-23 декабря 2016 г. Сборник трудов. Грозный: ГНТУ, 2016.
8. Шуваева Е.Ю. Использование знаниеориентированных технологий для совершенствования администрирования информационных систем // Естественнонаучные, инженерные и экономические исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве: материалы I Молодёжной научно-практической конференции с международным участием; под общ. ред. С.Н. Девицыной: Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017. – 693 с. – стр. 173-176.
9. Шуваева Е.Ю. Использование семантических технологий при совершенствовании работы отдела технической поддержки в АИС / Шуваева Е.Ю., Ломазов В.А., Рыжков С.П. // Первые шаги в науку третьего тысячелетия: материалы XIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции (Нефтекамск, 7 апреля 2017 г.): Уфа: РИЦ БашГУ, 2017.: 965 с. – стр. 956-961. – сертификат участника.

10. Подходы к выбору Service Desk [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/company/itarena/blog/241724/> (дата обращения: 06.08.2017).

### References

1. Velichko T. V., Skachkov, p. P., and Timofeeva, G. A. Mathematical models of mass service. Methodical instructions for students of the correspondence form of training. – Ekaterinburg, 2004. – 43 S.
2. Gakhov, R. P., Computer modeling of economic processes: a textbook for University students majoring in 230400.62 "Information systems and technology" [Text] / R. P. Gakhov, N. In. Shcherbinina, etc.; REC.: A. A. Chernomorets. – Belgorod: Belgorod ID, 2014. – 88 p
3. Kirpichnikov A. P., Flaks B. D., Probabilistic characteristics of open multi-channel Queuing system with a limited average time of stay in the system//Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. T. 17. No. 24. S. 242-245. Kobelev N. B. Fundamentals of simulation of complex economic systems. [Text] – M.: Business, 2006. – 336с.
4. Kirpichnikov A. P., Applied queueing theory. Kazan, Publishing house of the Kazan state University, 2008. 112 p.
5. Kirpichnikov A. P., Methods of applied queueing theory. Kazan, Publishing house of Kazan University, 2011. 200 p.
6. Rasskazova. M. N., Simulation systems. [Text] – Omsk: Omsk state Institute of service, 2010. – 80 p.
7. Shuvaeva E. Y., The problem of determining the probabilistic characteristics of the work of the technical support Department at AIS / E. Yu. Shuvaeva, N. N. Gakhova // Computer technology and telecommunications – 2016 (CHICK-2016) IV all-Russian youth scientific-practical conference 20 – 23, 2016 the proceedings. Ivan: GGTU, 2016.
8. Shuvaeva E. Y., Sanjeewani the Use of technology to improve the administration of information systems Scientific, engineering and economic studies in technology, industry, medicine and agriculture: proceedings of the first Youth scientific-practical conference with international participation; under the General editorship of S. N. Deviceno: Belgorod: publishing house "Belgorod" NIU "Belgu", 2017. – 693 p. – p. 173-176.
9. Shuvaeva E. Y., The Use of semantic technologies in improving the performance of the technical support Department at AIS / E. Shuvaeva, Y., Lomazov V. A., Ryzhkov S. P. // First steps in the science of the third Millennium: proceedings of the XIII all-Russian student scientific-practical conference (Neftekamsk, April 7, 2017): Ufa: RITS Bashgu, 2017.: 965 S.– p. 956-961. – a certificate of participation.
10. Approaches to the selection of the Service Desk [Electronic resource]. – URL: <http://habrahabr.ru/company/itarena/blog/241724/> (accessed: 06.08.2017).

**Шуваева Екатерина Юрьевна**, магистрант кафедры прикладной информатики и информационных технологий  
**Гахова Нина Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий

**Катков Константин Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики

**Shuvaeva Ekaterina Yur`evna**, master student Department of applied Informatics and information technology  
**Gakhova Nina Nikolaevna**, candidate of technical Sciences, associate Professor Department of applied Informatics and information technology

**Katkov Konstantin Aleksandrovich**, candidate of technical Sciences, associate Professor Department of Informatics

УДК 336.581

DOI:10.18413/2518-1092-2017-2-3-18-23

Чмирева Е.В.

**ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ  
В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы д. 85,  
г. Белгород, 308015, Россия

*e-mail: chmireva@bsu.edu.ru*

**Аннотация**

На сегодняшний день все большее распространение получают информационные технологии. В статье рассматриваются реальные компоненты вклада информационных технологий в бизнес и предложена адекватная методология оценки эффективности инвестиций в IT-проекты.

**Ключевые слова:** информационные технологии, инвестиции, IT-проект.

UDC 336.581

Chmireva E.V.

**THE ATTRACTIVENESS OF INVESTMENT PROJECTS  
IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

*e-mail: chmireva@bsu.edu.ru*

**Abstract**

Today there are more widespread information technology. The article deals with the real components of the contribution of information technology in business and offered appropriate methodology of efficient evaluation of investment in IT-projects.

**Keywords:** information technologies, investments, IT-project.

В современное время особое значение приобретают информационные технологии и их внедрение во все области становится новым условием существования человека в глобальном информационном обществе. В этой связи представляет интерес изучение способов оценки инвестиционных проектов (ИП) в сфере информационных технологий. Часто проекты в области информационных технологий считаются не поддающимися оценке с точки зрения классических подходов с помощью общеизвестных инструментов. Данный вид проектов, в отличие от традиционных инвестиций, одновременно является наименее понятным и наиболее подозрительным для лиц, принимающих решения. Дело в том, что отдача от инвестиций, вложенных непосредственно в производство, довольно легко просчитывается, а что касается IT, то оценка эффективности инвестиции весьма проблематична.

В данной статье под инвестициями в сферу информационных технологий будем понимать три основных варианта:

1. Инвестиции производственной/торговой компании в автоматизацию и/или оптимизацию своей деятельности.
2. Инвестиции IT-компаний в продукты, позволяющие увеличить производительность за счет совершенствования рабочей среды.
3. Инвестиции в акции IT-компаний с целью заработать на изменении их котировок.

Основные реальные компоненты вклада информационных технологий в бизнес приведем в таблице.

Таблица

**Основные компоненты вклада ИТ в бизнес**

Table

**The main components of the contribution of IT in business**

п/п	Компоненты	Описание
1.	Продуктивность	Возможность предоставления большего объема услуг за меньшие деньги
2.	Эффективность	Прямой вклад ИТ в оптимизацию бизнес-процессов путем улучшения информационных потоков, сокращения периода выхода на рынок и упрощения обработки транзакций
3.	Инновации	Помощь предприятию в увеличении доли рынка путем дифференциации его продуктов и услуг

Необходимо принимать во внимание следующие правила при организации инвестиций в информационные технологии:

- решения об инвестициях в ИТ-технологии принимаются исходя из соображений финансовой выгоды, так же, как и в других сферах бизнеса;

- развитие ИТ-технологий должно осуществляться исходя из потребностей в области управления организацией. Необходимо учитывать, что потребности организации никогда не следует определять только необходимостью внедрения современных информационных технологий;

- сотрудники ИТ-отдела предприятия должны хорошо разбираться в потребностях бизнеса, при этом бизнес-подразделения должны понимать реальные возможности современных информационных технологий.

Следствием инвестиций в ИТ является наличие современных информационных продуктов, которые дают реальные конкурентные преимущества в борьбе за квалифицированные кадры и ресурсы [1].

Однако с каждым днем становится все сложнее выделить влияние результатов ИТ-проектов на развитие компании как отдельную переменную и все труднее охватить все направления их широкомасштабного воздействия на деятельность организации в целом. Как уже было отмечено выше, традиционные подходы, которые рассматривают только затраты и наиболее очевидные прямые эффекты, не учитывают множество других важных эффектов, таких, как снижение деловых рисков, открытие новых возможностей, повышение управляемости компании, повышение гибкости бизнеса и др. Необходимо также учитывать, что зачастую внедряемый ИТ-проект влечет существенный объем скрытых затрат, приносит в бизнес дополнительные риски, накладывает определенные ограничения и т. п.

Расширение инвестиционной активности, являющееся важнейшим направлением реализации «Стратегии роста российской экономики» [2], сформулированной президентом России и Правительством РФ, требует адекватной методологии оценки ИП, учитывающей международный и отечественный научный и практический опыт в этой области.

Очевидно, что не существует универсального метода оценки ИП в области информационных технологий на все случаи жизни – в разных ситуациях должны применяться разные методы. В этой связи методы определения привлекательности инвестиций в информационные технологии можно разбить на три основные группы: финансовые, качественные и вероятностные.

Достоинство финансовых методов – их база, классическая теория определения экономической эффективности инвестиций. Данные методы используют общепринятые в финансовой сфере критерии (чистая текущая стоимость, внутренняя норма прибыли и др.), что позволяет ИТ-руководителям находить общий язык с финансовыми директорами. Главный недостаток – в ограниченности применения таких методов: они оперируют понятиями притока и оттока денежных средств, требующими конкретности и точности. Определить отток денежных средств (затраты на ИТ-проект) можно по суммам, указанным в договорах с интеграторами и поставщиками. Проблемы возникают при попытке определения притока денежных средств.

К финансовым методам оценки инвестиций в ИТ целесообразно отнести следующие методы:

- Net Present Value (NPV) – метод чистого приведенного дохода;
- Internal Rate of Return (IRR) – существует множество вариантов перевода, мы остановились на следующем: внутренняя норма доходности;
- Payback – срок возврата инвестиций.

Стоит отметить, что в отечественных и зарубежных методических рекомендациях используется единый критерий оценки эффективности проекта – положительная величина показателя NPV [5]. С его помощью возможно осуществить выбор между несколькими вариантами ИП. На основании сравнения сумм первоначальных вложений, ожидаемого размера входящих денежных потоков в течение определенных периодов времени и определенной финансовой политикой фирмы внутренней стоимости собственного или привлеченного капитала, метод NPV определяет само наличие прибыльности данных вложений.

Метод прост в расчете и характеризуется скоростью получения результата. В первую очередь определяется положительный или отрицательный NPV у рассматриваемого проекта. Отрицательное значение однозначно говорит, что проект должен быть отклонен, а положительное значение NPV – это принятие проекта по инвестированию в информационные технологии только на первой его стадии.

Метод расчета чистого приведенного дохода дает возможность принять определенное решение на раннем этапе процесса инвестиционного проектирования на основе прогнозных данных. В этой связи, одним из основных недостатков данной методики является недостаточная гибкость, которая особенно ярко проявляется в условиях неопределенности.

Следует отметить, что метод расчета чистого приведенного дохода не предполагает анализ всех возможных рисков инвестиционного ИТ-проекта, следовательно, сравнивать с помощью этого метода ИТ-проекты, характеризующиеся различным уровнем риска, не имеет смысла.

Метод NPV не предусматривает введения ряда ограничений по сроку жизни ИТ-проекта, поэтому позволяет полностью оценить отдачу от вложенных средств. Однако на длительных промежутках времени происходит недооценка длительных и неопределенных ИТ-проектов.

Метод внутренней нормы доходности определяет процентную ставку, а затем, производится сравнение полученной ставки со ставкой окупаемости уже учитывающей риски проекта. В случае, если рассчитанная окупаемость превышает окупаемость с учетом рисков, то инвестиции можно считать обоснованными, если же нет, то проект подлежит отклонению.

На наш взгляд, IRR является наиболее удачным из всех финансовых методов, поскольку является не количественным, а качественным показателем, т.е. пропорцией, а потому более точно способен дать представление по предпочтительности того или иного проекта, особенно в условиях, когда проекты сильно отличаются друг от друга. Как и любому другому методу ему присущи определенные недостатки. Они исходят из относительной расчетной сложности данного метода и носят, обычно, технический характер.

Следует отметить, что недостатки метода чистого приведенного дохода являются достоинствами метода внутренней нормы доходности и наоборот. В этой связи логично сделать вывод о предпочтительности использования обоих методов при оценке экономической эффективности инвестиций в ИТ-технологии с последующим принятием управленческих решений на основании итогов анализа привлекательности инвестиций по обоим методам.

Самым поверхностным из финансовых методов является метод определения срока возврата инвестиций. Данный метод очень прост в применении, производится расчет срока в течении которого должны окупиться первоначальные инвестиции. В настоящее время развитие современных информационных технологий происходит очень быстрыми темпами, что в свою очередь влечет за собой появление новых инструментов и методов, направленных на поддержку бизнеса со стороны ИТ. В основном, с появлением новой современной технологии, предыдущая уже считается устаревшей технологией, потому что не даёт конкурентных преимуществ для бизнеса. В

этой связи, на первый план выходит учет срока окупаемости инвестиций в IT-технологии, так как необходимым является соответствие времени.

Метод Payback обладает рядом минусов, в их числе: отсутствие разделения окупаемости на долгосрочную и краткосрочную, так как метод определения срока возврата инвестиций не учитывает будущей стоимости денег. Поэтому метод может дать ложное представление о реальном эффекте инвестиций в IT-технологии и должен применяться в комплексе с методами приведенного дохода и внутренней нормы доходности.

Рассмотрев основные финансовые методы оценки привлекательности инвестиционных IT-проектов, можно сделать вывод о том, что их главным недостатком является ограниченность применения. Основная часть рассмотренных методик пользуется понятиями притока и оттока денежных средств, которые требуют конкретики и точности. Определение оттока денежных средств, то есть понесенных затрат, обычно трудностей не вызывает, поскольку подтверждается соответствующими документами, однако определение притока денежных средств зачастую вызывает затруднения.

Основным преимуществом качественных методов является реализованная в них возможность дополнить количественные расчеты качественными оценками. Качественные методы могут помочь оценить все явные и неявные факторы эффективности IT-проектов и увязать их с общей стратегией организации. Используя данную группу методов у специалистов есть возможность самостоятельно выбирать наиболее важные для них характеристики IT (всё зависит от специализации предприятия и выпускаемой продукции), устанавливать между ними соответствия, к примеру, с помощью применения коэффициентов значимости.

Основным аргументом в пользу применения качественных методов является то, что принятие решения о начале комплексных IT-проектов на крупных предприятиях в большей степени является политическим и подчиняется стратегическим планам развития предприятия (например, разработка нового продуктового ряда), и может не является целью скорейшего получения финансовой выгоды.

Весомый недостаток применения качественных методов заключается в том, что для их эффективного применения предприятию необходимо самостоятельно разработать собственную детальную систему показателей и внедрить ее во всех подразделениях по всей цепочке создания дополнительной стоимости. Ещё одним недостатком является фактор влияния субъективного мнения на выбор системы показателей. Поэтому к специалистам, занятым разработкой системы показателей, предъявляются некоторые требования: они должны обладать большим опытом работы в сфере IT и высоким уровнем знаний в области инновационного менеджмента.

К качественным методам оценки инвестиций в информационные технологии относятся следующие:

- Information Economics (IE) – информационная экономика;
- Portfolio Management (PM) – управление портфелем активов;
- IT Scorecard – система показателей IT.

Метод IE ориентирован на объективную оценку портфеля инвестиционных проектов и предусматривает направление ресурсов туда, где они приносят наибольшую выгоду [4]. Метод информационная экономика – один из самых быстрых способов определения приоритетов и сопоставления инвестиций в информационные технологии с бизнес – стратегией предприятия, что определяет его широкую распространенность.

Метод управления портфелем активов включает многие положительные черты иных подходов к оценке эффективности. Для достижения цели предлагается рассматривать сотрудников информационной службы и инвестиции в IT не как затратную часть, а как активы, которые управляются по тем же самым принципам, что и любые другие инвестиции.

По мнению многих специалистов, причинно-следственные связи в чистой модели сбалансированных оценочных показателей не работают на практике. Некоторые перспективные направления к ней неприменимы, например, управление знаниями и ростом. Методология

IT Scorecard требует наличия стратегической схемы, но предприятия, работающие в сфере информационных технологий, в большинстве своем имеют тактический характер, хотя они того или нет, что связано с проблемами быстрого развития данных технологий, о чем говорилось выше.

Основным достоинством вероятностных методов является возможность оценки вероятности возникновения риска и появления новых возможностей. Под новыми возможностями понимаются повышение конкурентоспособности продукции предприятия, снижение рисков своевременного и качественного выполнения IT-проекта и т.п.

Метод справедливой цены опционов – Real Options Valuation (ROV) является вероятностным, базируется на основе удостоенной Нобелевской премии модели оценки опционов Блэка-Шоулза. ROV направлен на определение количественных параметров гибкости или, иными словами, возможности управления рисками. Применение данной технологии позволяет оценить эффективность аренды, слияния, покупки и производства. ROV зачастую используют в качестве альтернативы стандартным процедурам составления бюджета предприятия и плана инвестиций в условиях неопределенного состояния рынка и экономики, когда на первый план выступают параметры гибкости. Большинство предприятий используют метод справедливой цены опционов в качестве одного из основных элементов построения известной всем системы финансовых показателей и показателей эффективности, в том числе и системы сбалансированных показателей.

В целом следует отметить, что инвестирование в информационные технологии, несмотря на определенные риски, является очень прибыльным видом бизнеса и имеет огромные перспективы развития. Для определения экономической эффективности инвестиционных проектов в области информационных технологий целесообразно использовать комплекс методов.

#### Список литературы

1. Богатырев, В.Д. Механизмы согласованного управления инвестициями в IT-проектами [Текст] / В.Д. Богатырев, Д.Г. Гришанов, О.В. Павлов. – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 35-39.
2. Дыбов, А.М. Особенности оценки инвестиционных [Текст] / А.М. Дыбов // Вестн. удм. унив., №3. – 2016. – С. 7-14.
3. Миронов А. Информационные технологии. Общая стоимость владения информационными технологиями [Электронный ресурс]. – URL: [www.akdi.ru/atv-upr/infteh/it-tso.htm](http://www.akdi.ru/atv-upr/infteh/it-tso.htm).
4. Костюхин Д. Методы оценки инвестиций в IT: блеск и нищета... / Д. Костюхин, А. Бордачев [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.connect.ru/article.asp?id=5466>
5. Красноперов К. Оценка эффективности IT-инвестиций / К. Красноперов // Открытые системы. 2016. N 6 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2016/fknt/bogdanova/library/article4.htm>.
6. Модели оценки эффективности вложений в информационные технологии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ibiz.ru>.
7. Пятков М. Экономика информационных технологий [Электронный ресурс]. – URL: [www.msfestival.ru/html/r17/http](http://www.msfestival.ru/html/r17/http)
8. Юрченко, С.С. Экономические методы анализа инвестиционных проектов [Текст] / С.С. Юрченко. – М.: ИПУ РАН, 2017. – С. 35-39.
9. Цыгалов Ю. Как оценить преимущества ИТ / Ю. Цыгалов // 14.09.2016 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=68331>.
10. Шабалин, А.Н. Инвестиционный анализ [Текст] / А.Н. Шабалин – М.: Моск. фин.-пром. ак., 2016. – С. 78.

#### References

1. Bogatyrev V. D. mechanism of coordinated management of the it investment projects [Title of Book] / V. D. Bogatyrev, D. G. Grishanov, A. V. Pavlov. – М.: IPU RAS, 2015. – P. 35-39.
2. Dybov, A. M. peculiarities of assessment of investment [Text] / M. A. Dybov, Vestn. UDM. Univ., No. 3. – 2016. – S. 7-14.
3. Mironov A. Information technology. The total cost of ownership of information technology [Electronic resource]. – URL: [www.akdi.ru/atv-upr/infteh/it-tso.htm](http://www.akdi.ru/atv-upr/infteh/it-tso.htm).
4. Kostyukhin D. Methods of evaluating investments in it: Shine and poverty of... / Dmitry kostyukhin, A. Bordachev [Electronic resource]. – URL: <http://www.connect.ru/article.asp?id=5466>
5. Krasnoperov, K. evaluation of the effectiveness of it investments / K. Krasnoperov // Open systems. 2016. N 6 [Electronic resource]. – URL: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2016/fknt/bogdanova/library/article4.htm>.

6. Model evaluation of the effectiveness of investments in information technology [Electronic resource]. – URL: <http://www.ibiz.ru>.
7. Pyatkov M. Economics of information technology [Electronic resource]. – URL: [www.msfestival.ru/html/r17/http](http://www.msfestival.ru/html/r17/http)
8. Yurchenko, S. S. Economic methods of analysis of investment projects [*Title of Book*] / S. S. Yurchenko. – М.: IPU ran, 2017. – P. 35-39.
9. Tsygalov Y. How to evaluate the benefits of it / Yu Tsygalov // 14.09.2016 [Electronic resource]. – URL: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=68331>.
10. Shabalin, A. N. Investment analysis [*Title of Book*] / A. N. Shabalin – М.: Mosk. fin.-prom. АК., 2016. – С. 78.

**Чмирева Елена Владимировна**, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных технологий

**Chmireva Elena Vladimirovna**, Candidate of Economic Science, Senior Lecturer Department of applied Informatics and information technology



УДК 004.891, 004.5

DOI: 10.18413/2518-1092-2017-2-3-24-30

Мотиенко А.И.

**ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ  
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ  
НАСЕЛЕНИЯ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики  
и автоматизации Российской академии наук, 14 линия, д. 39, Санкт-Петербург, 199178, Россия

*e-mail: anna.gunchenko@gmail.com*

**Аннотация**

Статья посвящена применению современных инфокоммуникационных технологий для создания телемедицинской сети. Это позволит решить задачи, связанные с трудностями, возникающими при оказании медицинской помощи населению. В работе представлен обзор некоторых используемых в нашей стране телемедицинских сервисов и медицинских приложений, предложена функциональная структура инфокоммуникационной системы мониторинга состояния здоровья населения. Предлагаемая система должна обеспечить население квалифицированной медицинской помощью, а также повысить её эффективность за счет сокращения времени на осмотр и постановку предварительного диагноза.

**Ключевые слова:** инфокоммуникационная система; телемедицина; медицинские приложения.

UDK 004.891, 004.5

Motienko A.I.

**PREREQUISITES FOR THE CREATION  
OF INFOCOMMUNICATION SYSTEM FOR MONITORING  
HEALTH STATUS OF THE POPULATION**

Federal state Budgetary Institution of Science of St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian  
Academy of Sciences, 39 14-th Linia, St. Petersburg, 199178, Russia

*e-mail: anna.gunchenko@gmail.com*

**Abstract**

The paper deals with the application of modern infocommunication technologies for creating a telemedicine network. This will allow to solve the problems associated with the delivery of health care to the population. An overview of some telemedicine services and medical applications used in our country is presented in the paper. A functional structure of the infocommunication system for monitoring the health status of the population is proposed also. The proposed system should provide the population with qualified medical care, as well as improve its efficiency by reducing the time for examination and setting a provisional diagnosis.

**Keywords:** infocommunication system; telemedicine; medical applications.

**ВВЕДЕНИЕ**

В современном мире, ввиду сложности получения консультации врача, связанной с ограниченным числом специалистов, не всегда высоким уровнем их квалификации, отсутствием доверия современной медицинской системе у большей части населения, возрастает число людей, занимающихся самолечением на основе самостоятельно поставленных диагнозов по информации о симптомах в сети Интернет. Чтобы исключить самолечение и обеспечить население квалифицированной помощью, необходимо создать систему, позволяющую собирать предварительные данные о состоянии здоровья пациента с возможностью выдачи предварительного

диагноза и дальнейшей передачи информации квалифицированным специалистам. Такая система позволит сэкономить время как больному, так и врачу.

За рубежом телемедицинские технологии успешно применяются и развиваются уже на протяжении четырех десятилетий. Использование телемедицины быстро расширилось, и в настоящее время активно интегрируется в различные операции в больницах, специализированных отделениях, агентствах по уходу на дому, частных практиках, а также на рабочих местах или жилых объектах. Этому способствует применение разнообразных приложений и услуг, использующих двунаправленную видеопередачу, услуги электронной почты, смартфоны, беспроводные устройства и другие виды телекоммуникационных технологий [1].

В России пока используются только отдельные элементы телемедицины, такие как онлайн-запись к врачу, доступ в личный кабинет с данными о назначениях и исследованиях [2].

Телемедицина способна обеспечить решение стратегически важных задач – организацию мониторинга состояния здоровья граждан, повышение доступности высококвалифицированной медицинской помощи (центральными НИИ и клиниками Минздравсоцразвития России и РАМН), развитие профилактики как основы практического здравоохранения [3].

В телемедицине существует два направления:

– «врач-врач» — врачебные консилиумы, операции под руководством на расстоянии. Данное направление существует и активно применяется уже много лет.

– «врач-пациент» — отдаленные консультации, диагностика, профилактика и наблюдение. Относительно новый вид.

В июле 2017 года президент России В.В. Путин подписал закон о внедрении телемедицины, который позволит законно получать и оказывать врачебную помощь дистанционно, а также предусматривает выписку электронных рецептов. Федеральный закон от 29.07.2017 № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» вступит в силу с 1 января 2018 года [4]. По мнению многих специалистов, это является важным шагом на пути перехода к развитию Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) и электронного документооборота в сфере здравоохранения, а также для оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий.

### **СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ РЕШЕНИЯ**

Сфера мобильных технологий в последние годы активно развивается. Сейчас существует большое количество медицинских приложений как для пациентов, так и для специалистов. Мобильные технологии помогают инвалидам с низкой или отсутствующей подвижностью, а также страдающим аутизмом. Люди, потерявшие слух могут общаться с другими людьми при помощи SMS. Пациенты, страдающие сахарным диабетом, могут контролировать свой уровень глюкозы и отправлять данные по беспроводному каналу на компактные инсулиновые помпы. Благодаря смартфонам слабовидящие и слепые люди стали меньше зависеть от зрячих, поскольку сейчас разработано программное обеспечение, помогающее им ориентироваться в городах, подбирать подходящую одежду под текущую погоду, сканировать выданную сдачу и сообщать сумму.

Медицинские работники с помощью мобильных технологий могут получать быстрый доступ к базам медицинских знаний: огромному количеству справочной литературы, современным исследованиям, медицинским изображениям и т.п.

В настоящее время компания First Line Software разрабатывает приложение для западноевропейского стартапа YAPILI – телемедицинский сервис для жителей стран Африки [5]. В тестовом режиме услуга уже работает в семи африканских странах. С помощью данного приложения любой человек может дистанционно получить консультацию специалиста.

На протяжении пяти лет в США проводилось масштабное исследование эффективности применения телемедицины в отделении интенсивной терапии, которое показало, что использование системы дистанционного мониторинга Philips eICU значительно повышает качество медицинской помощи при снижении расходов. [6-8]. В эксперименте в общей сложности участвовало 118 990 взрослых пациентов (11 558 из группы контроля, 107 432 пациентов из экспериментальной группы) из 56 отделений интенсивной терапии в 32 больницах, входящих в состав 19 крупных медицинских комплексов страны.

Пациентов разделили на две группы: одни получали стандартное лечение, другие – с использованием eICU, разработанной Philips. Результаты проведенного анализа показали, что при применении системы eICU: уровень смертности в условиях реанимации снижается на 26%; период пребывания в отделении интенсивной терапии и период госпитализации сокращаются соответственно на 20% и 15%; выживаемость в стационаре и шансы на выписку увеличиваются на 16%.

Компания ООО «Мобильные Медицинские Технологии» – ведущий российский разработчик онлайн-проектов в области здравоохранения и телемедицины (врач-пациент) разработала два проекта:

– «Педиатр 24/7» – сервис, с помощью которого можно получить профессиональную медицинскую онлайн-консультацию врачей-педиатров 24 часа в сутки 7 дней в неделю. Пользователь может зарегистрироваться через приложение либо через веб-сайт, после чего ему предоставляется доступ в личный кабинет. Далее он может связаться с дежурным врачом и получить срочную консультацию либо записаться к конкретному врачу. Время ожидания ответа дежурного врача около трех минут.

– «Онлайн Доктор» – онлайн-клиника, в которой можно делать то же самое, что и в «Педиатре 24/7», но уже для всей семьи.

Оба сервиса работают с лицензированными клиниками в круглосуточном режиме. В местности с плохим Интернет-соединением можно заказать обратный звонок от врача.

Еще один медицинский сервис для контроля здоровья, который работает с 2015 года – Ondoc, доступен через браузер и приложение в смартфоне. Ondoc собирает все данные о здоровье пациента в его профиль. Система позволяет синхронизировать версии приложения на всех устройствах (компьютер, телефон, планшет). Также есть возможность синхронизировать с приложением различные медицинские устройства (тонометр, глюкометр и т.п.). С Ondoc работают свыше 450 клиник по всей России.

В разделе "Медицинская карта" хранится вся информация о результатах посещения врача и проведенных обследованиях. Результаты из клиник-партнеров загружаются в медицинскую карту автоматически, предоставляя доступ к самым актуальным данным. Также в сервис можно загружать информацию, хранящуюся во всех старых медкартах.

Приложение содержит раздел «Мои лекарства», где есть список не только всех принимаемых лекарств, но и поиск по препаратам для того, чтобы пользователь легко мог найти, кем и когда они были назначены. В этом же разделе существует функция «Напоминание».

Сервис удобен для медицинских специалистов тем, что позволяет получить доступ к медкарте и лечению, автоматизировать онлайн-запись и принимать платежи. К тому же, врач имеет доступ ко всем данным с носимых устройств своих пациентов.

Welltory – сервис персональной аналитики здоровья. После регистрации через приложение или веб-сайт пользователь получает доступ в личный кабинет. В основе Welltory лежит метод измерения и анализа вариабельности сердечного ритма. Для сбора данных приложение использует камеру и вспышку смартфона. Приложение регистрирует частоту сокращений капилляров методом фотоплетизмографии (необходимо приложить палец к камере, после чего его просвечивает вспышка.). Каждому замеру даётся детальная расшифровка с оценкой параметров. В разделе

«Изучай» собрано более сотни лекций об организме человека. У каждой лекции есть научная основа. Данный сервис позволяет вести обширную статистику наблюдений, а также поддерживает более 200 источников – гаджетов и health-сервисов.

«Доктор на работе» – телемедицинская платформа и крупнейшая в мире профессиональная (закрытая) сеть для русскоязычных врачей (более 500 тысяч зарегистрированных врачей). Данный продукт позволяет специалистам общаться между собой, делиться опытом, а также решать сложные вопросы. Недавно создатели проекта запустили «Платформу Телемедицины», с помощью которой пациенты смогут получить удаленную медицинскую помощь.

Отдельные практикующие врачи предлагают свои разработки в области телемедицины. Один из таких специалистов – Айрат Ханов, профессор кафедры онкологии БГМУ, генеральный директор ООО «Профилактическая медицина» в Уфе, разработал телемедицинский информационно-аналитический сервис индивидуального мониторинга онкологических рисков и профилактики рака «Онко-монитор». Это система ранней диагностики злокачественных опухолей.

В сети клиник «Мать и дитя» ее основатель, акушер-гинеколог Марк Курцер, с 2009 года практикует использование специальных мониторов, которые позволяют измерить сердцебиение плода в домашних условиях с возможностью передачи данных доктору через Интернет.

### ***ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ***

Активное применение инфокоммуникационных технологий для создания телемедицинской сети также позволит решить задачи, связанные с проблемами оказания медицинской помощи населению [9-11]. К данным проблемам в первую очередь относится сокращение бригад скорой помощи, плачевное состояние дорог, большие расстояния и низкая плотность населения.

Инфокоммуникационные системы также применяются в чрезвычайных ситуациях, например, во время пожара спасательные службы передают ЭКГ в медицинский центр по радиоканалу и получают помощь специалистов в реальном времени.

Современные смартфоны способны измерять пульс, воду в организме, уровень стресса. Существуют мобильные приложения для гипертоников, для измерения ЭКГ в домашних условиях, для пациентов с сахарным диабетом. Если пациенту необходима помощь медицинского специалиста, а он находится далеко от районного центра, то он может воспользоваться прямым подключением к врачу через приложение, вместо того, чтобы лично ехать на прием. С помощью датчиков, встроенных в мобильные устройства возможно замерить отдельные физиологические показатели и передать их напрямую врачу вместе с имеющимися результатами анализов.

Создание инфокоммуникационной системы мониторинга состояния здоровья населения обеспечит сокращение времени на постановку предварительного диагноза пациенту и его распределение в лечебно-профилактическом учреждении. Также данная система позволит при поступлении сигнала о соответствующем состоянии вызвать бригаду скорой помощи, распределяя подобные вызовы по приоритету по отношению к состоянию больных. Очень важно создать удобный интерфейс приложения для данной системы.

Предполагаемая структура разрабатываемой системы представлена на рисунке:

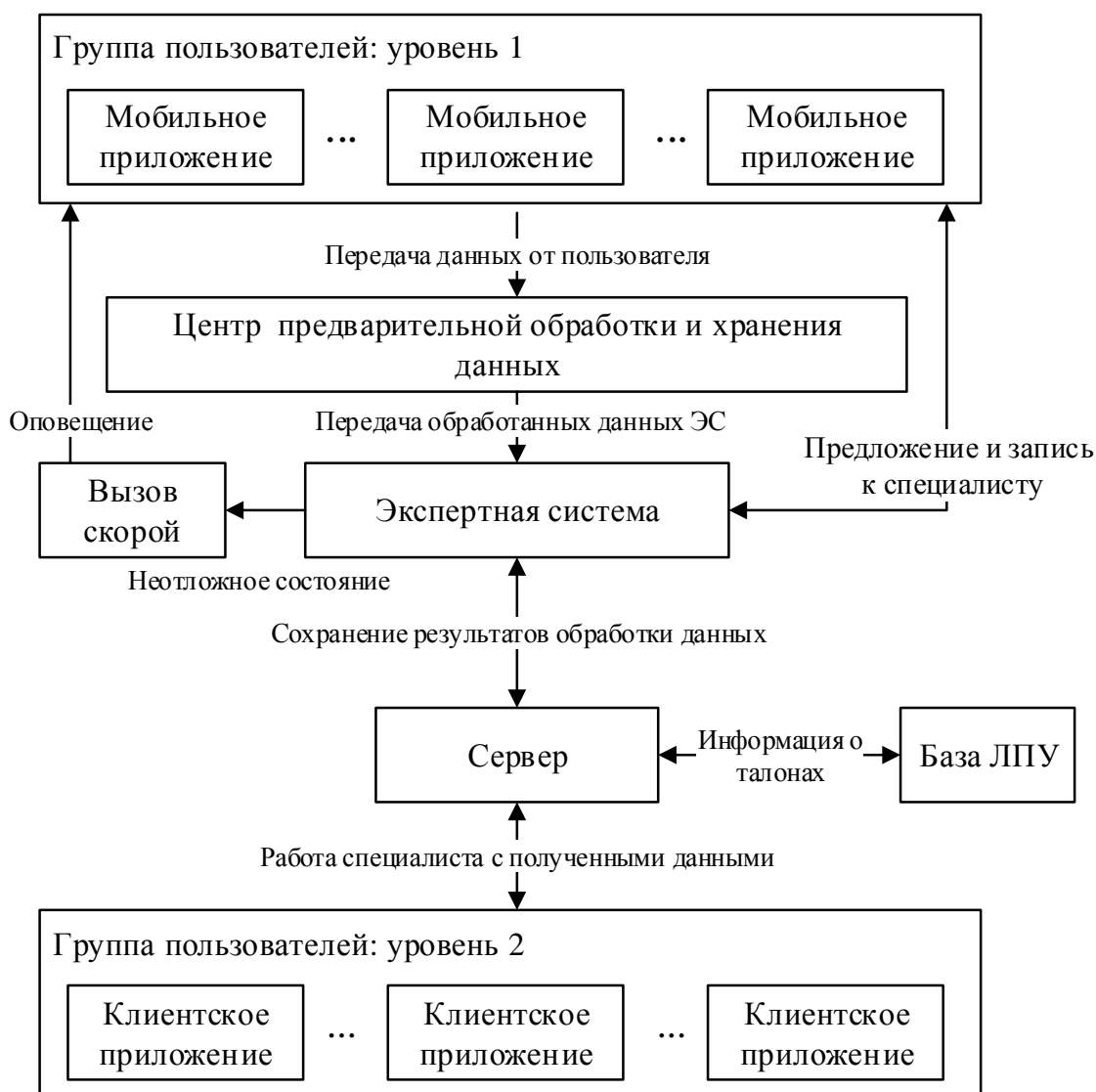


Рис. Структура инфокоммуникационной системы мониторинга состояния здоровья населения  
Fig. Structure of the infocommunication system for monitoring the health status of the population

Предполагается, что пациент, используя мобильное приложение на своем смартфоне, вводит данные о своем состоянии (либо вручную, либо с помощью системы голосового ввода). Для идентификации человека предлагается регистрация в указанном приложении через портал гос. услуг. Полученные данные отправляются в центр предварительной обработки и хранения данных. На их основе экспертная система выдает предполагаемый диагноз, после чего предлагает записаться к специалисту либо, при выявлении неотложного состояния, вызывает бригаду скорой помощи. Приложение получает координаты текущего местоположения (геопозицию) пользователя от встроенного в смартфон GPS-модуля. Информация о расписании специалистов и наличии свободных талонов поступает на сервер системы в режиме реального времени из базы подключенных лечебно-профилактических учреждений. Предполагаемый диагноз ставится по результатам работы модели состояния здоровья пациента, на основе байесовских сетей доверия, обеспечивающих возможность решения задач вероятностного прогнозирования, базируясь на субъективных и неполных данных [12]. Далее вся информация по конкретному пациенту, полученная системой, сохраняются в базе данных на сервере, после чего становится доступной для подтверждения диагноза либо внесения изменений медицинскому специалисту на рабочем месте (врачу, мед. сестре, диспетчеру скорой помощи и т.п.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ свидетельствует о том, что в настоящее время есть все предпосылки для разработки инфокоммуникационной системы мониторинга состояния здоровья населения, которая позволит повысить эффективность оказания медицинской помощи за счет сокращения времени постановки диагноза и обслуживания пациента специалистом. Пациент поступает в лечебно-профилактическое учреждение с уже имеющимся набором симптомов и предварительным диагнозом. В случае, если системой будут получены сведения о неотложном состоянии пациента, то сигнал автоматически будет передан в службу спасения 112 с указанием местоположения человека.

## Список литературы

1. Manu-Marín A., Center E.P.R. Telemedicine as an Alternative Model for Delivering Healthcare Services: Preliminary Results of the MultiMED Project // *Modern Medicine*. 2015. vol. 22. no. 4. pp. 342–345.
2. Сенкевич Ю.И. От телемедицины к телездоровоохранению // *Биотехносфера*. 2012. №. 2. С. 24–29.
3. Курносков С.В., Петров А.В., Трофимов С.В. Телемедицина: региональный аспект // *Информационное общество*. 2006. №. 1. С. 29–30.
4. Федеральный закон от 29.07.2017 № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707300032> (дата обращения: 04.09.2017).
5. Онлайн-поликлиника. Как эксперты оценивают лечение через интернет. URL: <https://topspb.tv/news/2017/08/2/onlajn-poliklinika-kak-eksperty-ocenivayut-lechenie-cherez-internet/> (дата обращения: 04.09.2017).
6. A multicenter study of ICU telemedicine reengineering of adult critical care / Lilly C.M., McLaughlin J.M., Zhao H., Baker S.P., Cody S., Irwin R.S. // *CHEST Journal*. 2014. vol. 145. no. 3. pp. 500–507.
7. Impact of a telemedicine eICU cart on sepsis management in a community hospital emergency department / Machado S.M., Wilson E.H., Elliott J.O., Jordan K. // *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2017. pp. 1357633X17691862.
8. 1075: Role of eicu in reducing hospital-acquired infection in a developing country / Gupta S., Dewan S., Kaushal A., Varma A. // *Critical Care Medicine*. 2016. vol. 44. no. 12. pp. 345.
9. Basov O.O., Struev D.A., Ronzhin A.L. Synthesis of multi-service infocommunication systems with multimodal interfaces // *Conference on Smart Spaces*. Springer. Cham. 2015. pp. 128–139.
10. Басов О.О., Васечкин Е.А., Струев Д.А. Методологический подход к формированию множества системотехнических решений по построению полимодальных инфокоммуникационных систем // *Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики*. 2015. № 1. С. 46–50.
11. Басов О.О. Принципы построения полимодальных инфокоммуникационных систем на основе многомодальных архитектур абонентских терминалов // *Труды СПИИРАН*. 2015. Вып. 2(39). С. 109–122.
12. Мотиенко А.И., Басов О.О. Вероятностная модель положения транспортировки пострадавшего // *Сборник трудов 7-й Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015)*. 2015. С. 230–235.

## References

1. Manu-Marín A., Center E.P.R. Telemedicine as an Alternative Model for Delivering Healthcare Services: Preliminary Results of the MultiMED Project. *Modern Medicine*. 2015. V. 22. N. 4. P. 342–345.
2. Senkevich Yu.I. From Telemedicine To Telehealth Care. *Biotekhnosfera*. 2012. V. 2. P. 24–29.
3. Kurnosov S.V., Petrov A.V., Trofimov S.V. Telemedicine: a regional aspect. *Information society*. 2006. V. 1. P. 29–30.
4. Federal Law of July 29, 2017 No. 242-FZ "On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Application of Information Technologies in the Sphere of Health Protection" Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707300032> (accessed: 04.09.2017).
5. Online polyclinic. How do experts estimate treatment on the Internet. Available at: <https://topspb.tv/news/2017/08/2/onlajn-poliklinika-kak-eksperty-ocenivayut-lechenie-cherez-internet/> (accessed: 04.09.2017).
6. A multicenter study of ICU telemedicine reengineering of adult critical care / Lilly C.M., McLaughlin J.M., Zhao H., Baker S.P., Cody S., Irwin R.S. *CHEST Journal*. 2014. V. 145. N. 3. P. 500–507.
7. Impact of a telemedicine eICU cart on sepsis management in a community hospital emergency department / Machado S.M., Wilson E.H., Elliott J.O., Jordan K. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2017. P. 1357633X17691862.
8. 1075: Role of eicu in reducing hospital-acquired infection in a developing country / Gupta S., Dewan S., Kaushal A., Varma A. *Critical Care Medicine*. 2016. V. 44. N. 12. P. 345.

9. Basov O.O., Struev D.A., Ronzhin A.L. Synthesis of multi-service infocommunication systems with multimodal interfaces. Conference on Smart Spaces. Springer. Cham. 2015. pp. 128–139.

10. Basov O.O., Vasechkin E.A., Struev D.A. Methodological approach to the formation of a set of system-technical solutions for the construction of multimodal infocommunication systems. Proceedings of North-Caucasian Branch of Moscow Technical University of Communication and Informatics (MTUCI). 2015. V. 1. P. 46–50.

11. Basov O.O. Principles of Construction of Polymodal Info-Communication Systems based on Multimodal Architectures of Subscriber's Terminals. *SPIIRAS Proceedings*. 2015. V. 2(39). P. 109–122.

12. Motienko A.I., Basov O.O. Probabilistic Model of Position of Injured During Transportation. Proceedings of the Seventh All-Russia Scientific-Practical Conference on Simulation and its Application in Science and Industry «Simulation. The Theory and Practice» (IMMOD-2015) 2015. P. 230–235.

**Мотиенко Анна Игоревна**, научный сотрудник, кандидат технических наук

**Motienko Anna Igorevna**, researcher, candidate of technical Sciences

## ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

УДК 004.932

DOI:10.18413/2518-1092-2017-2-3-31-37

Юдин Д.А.<sup>1</sup>  
Щепилова Д.В.<sup>2</sup>  
Дружкова И.В.<sup>2</sup>

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКРЫТНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ  
ИНФОРМАЦИИ КОДИРУЕМОЙ В ПРОСТРАНСТВЕННЫХ  
КОМПОНЕНТАХ МОНОХРОМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

<sup>1</sup> Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, 308012, Россия

<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

*e-mail: yuddim@yandex.ru, shchepilova@bsu.edu.ru, 984546@bsu.edu.ru*

### Аннотация

В статье предлагается один из возможных подходов к скрытию информации в графических данных, использующий избыточность монохромной модели изображения. Внедрение строится на субполосном анализе энергии изображения и изменении компонент в адаптивно выбираемой пространственной области частот.

**Ключевые слова:** стеганография; изображение; субполосный анализ; идентификатор.

UDC 004.932

Yudin D.A.<sup>1</sup>  
Shchepilova D.V.<sup>2</sup>  
Druzhkova I.V.<sup>2</sup>

**DATA CONCEALING IN GRAYSCALE IMAGES  
SPATIAL DOMAIN**

<sup>1</sup> Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shukhov, 46 Kostukova St., Belgorod, 308012, Russia

<sup>2</sup> Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

*e-mail: yuddim@yandex.ru, shchepilova@bsu.edu.ru, 984546@bsu.edu.ru*

### Abstract

In this article we are proposing one approach to concealing information in images. This approach uses the redundancy in grayscale image model to make up data vessels. To initiate this approach we are implementing subband analysis which allows us to determine power components and change them, constructing data vessels, in spectral domain with high fidelity.

**Keywords:** steganography; images; subband analysis; data vessels.

Задача надежной защиты информации от несанкционированного доступа является одной из самых актуальных и полностью не решенных [8-13].

Развитие глобальных компьютерных сетей и средств мультимедиа ведет к совершенствованию технологий, предназначенных для обеспечения безопасности передачи данных по каналам связи. Эти технологии, в частности, методы стеганографии, учитывая неточности устройств оцифровки, приводят к избыточности. Избыточность позволяет скрывать идентификаторы в структуре данных, используя неточности представления и восприятия. При этом, в отличие от криптографии, методы стеганографии позволяют скрыть сам факт передачи информации.



Большинство разработок направлено на использование контейнеров-изображений при стеганографическом кодировании [1, 8-13]. Это обусловлено рядом причин:

- естественность восприятия информации, кодовым преставлением которой является изображение [3];
- многие изображения хранятся без потерь, иными словами без сжатия, что приводит к избыточности хранимых графических данных, которую можно использовать для кодирования;
- размер большинства изображений заранее известен и фиксирован, соответственно встраивание не должно его увеличить, так как факт будет обнаружен;
- в большинстве изображений присутствуют области, имеющих структуру, которую можно использовать для встраивания информации [6];
- система человеческого зрения слабо чувствительна к незначительным изменениям цветов изображения, яркости, контрастности, искажениям вблизи контуров и содержащих шумы [6].

Все методы, предназначенные для сокрытия данных, можно разделить по принципам, лежащим в их основе, на форматные и неформатные. Форматные методы сокрытия (форматные стеганографические системы) – это такие методы (системы), которые основываются на особенностях формата хранения графических данных. Неформатные методы – это методы, использующие непосредственно сами данные, которыми изображение представлено в этом формате [5].

В данной статье описывается неформатный метод стеганографии: кодирование в субполосах изображения, где идентификатор побитно кодируется в структуре данных, внося изменения в ограниченную субполосу стегоконтейнера.

Стоит отметить, что предложенная схема кодирования отличается от [2] тем, что кодирование осуществляется не при помощи одного собственного вектора, а при помощи матрицы собственных векторов, выступающих как сигнально-кодовая конструкция (СКК).

В отличие от [7] заключается в том, что кодирование происходит в знаке, иными словами одному сегменту соответствует один бит информации, а не набор из чисел с плавающей точкой.

Большинство изображений не являются случайным процессом с равномерным распределением. Известно, что большая часть энергии и информации воспринимаемой человеком в изображении сосредоточена в ограниченной части пространственных частот. Поэтому и возможно проводить декомпозицию изображения на субполосы с целью определения полосы кодирования.

Вычисление энергетического спектра изображения позволяет получить представление о распределении его энергии по так называемым пространственным частотным интервалам [3]. Известно, что алгоритмы, использующие преобразование Фурье и БПФ, не позволяют вычислять точные значения энергетических характеристик в заданных частотных интервалах. Умение точно определять долю энергии изображения в отдельном частотном диапазоне обеспечивает возможность более сосредоточенного выбора параметров при осуществлении преобразований визуальной информации. Это и обеспечивает субполосный анализ и синтез [3].

Контейнер-изображение будет рассматриваться как массив данных разбитый на подблоки  $S$  размерностью  $M \times N$ . В работе используются квадратные подблоки  $8 \times 8$ , соответственно объем графических данных составит  $S = 64$  пикселей. В качестве элементов массива данных – пикселей

$F = \left\{ f_{i,k} \right\}, i, k = 1, 2, \dots, M$  выступают несжатые растровые данные полутонового изображения.

Частотное пространство предлагается неравномерно разбить на субинтервалы каждый подблок стегоконтейнера в соответствии с выражениями [4]:

$$(2R + 1)\Omega_0 = \pi, \quad (1)$$

где  $R$  – количество частотных интервалов;

$$R = \left\lfloor \frac{n-2}{4} \right\rfloor, \quad (2)$$

где  $\lfloor \cdot \rfloor$  – операция выделения целой части;

$\Omega_0$  – нулевой частотный интервал частотного пространства:

$$\Omega_0 = \frac{2\pi}{S}. \quad (3)$$

Ширина остальных частотных интервалов, не считая нулевого, является вдвое большей и равна [4]:

$$\Omega = \frac{4\pi}{S}. \quad (4)$$

Для вычисления энергетического спектра изображения используется субполосная матрица с элементами вида [2]:

$$a_{ik} = \begin{cases} \frac{\sin[\nu_2(i-k)] - \sin[\nu_1(i-k)]}{\pi(i-k)}, & i \neq k \\ \frac{\nu_2 - \nu_1}{\pi}, & i = k \end{cases}, i, k = 1, 2, \dots, M. \quad (5)$$

Поскольку, матрица является симметрической, то данные матрицы можно представить, используя ее собственные числа и собственные векторы, в следующем виде:

$$A = QLQ^T. \quad (6)$$

где  $Q$  – матрица собственных векторов;  $L$  – диагональная матрица

Стоит отметить, что использование соотношения (6) позволяет получить собственные числа близкие к единице. Так как в данной работе будут использоваться квадратные подблоки, то предлагается не использовать вторую субполосную матрицу. Так же известно [3, 7] Низкочастотная субполоса  $\Omega_0$  содержит большую часть энергии изображения и информативных компонент, следовательно, кодирование в ней нецелесообразно. Высокочастотные субполосы наиболее подвержены воздействию со стороны различных алгоритмов обработки, будь то сжатие или НЧ фильтрация. Таким образом, для вложения сообщения наиболее подходящими являются среднечастотные субполосы пространственных частот изображения [3]. Частотная субполоса  $\Omega_0$  в синтезе не используется [7], соответственно расчёт  $Q$  и  $L$  для него осуществлять нецелесообразно.

Так как проекций матриц собственных векторов несколько, выбирается та матрица, у которой среднее значение энергии. Далее стеганографическое кодирование будет производиться с помощью кодирования в знаки определенных коэффициентов матрицы  $\Phi$ , полученной по следующей формуле прямого преобразования:

$$\Phi = Q^T \cdot F \cdot Q, \quad \Phi\{\varphi_{i,k}\}, i = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, M, \quad (7)$$

где  $\Phi$  – матрица коэффициентов субполосного изображения

В каждый блок внедряется бит информации, используя следующий подход:

$$\tilde{\Phi} = e_m \cdot \Phi, \quad (8)$$

где  $e_m$  – кодовое отображение двоичного бита контрольной информации,  $e_m \in \{-1, 1\}$ , определяемое по формуле:

$$e_m = 2b_m - 1, b_m = 1, \dots, K \quad (9)$$

где  $b_m$  – бит информации в двоичной системе счисления,  $b_m \in \{0, 1\}$ ;  $K$  – количество внедряемых бит;  $S$  – объем скрытно кодируемой информации.

$$\tilde{F} = F - Q\Phi Q^T + Q\tilde{\Phi} Q^T \quad (10)$$

где  $\tilde{F}$  – синтезированное изображение

Для процесса декодирования вначале вычисляется двухмерный скаляр преобразование по формуле:

$$\alpha = \langle \tilde{F}, Q \rangle = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M \tilde{f}_{i,k} q_{i,k}. \quad (11)$$

Декодирование происходит аналогичным образом, то есть поиском определенных коэффициентов и извлечением из них знака:

$$\tilde{e}_m = \text{sign}(\alpha), \quad (12)$$

где  $\tilde{e}_m$  – ортонормальный бит

Решение о декодированном сигнале принимается в соответствии с выражением:

$$\tilde{b}_m = \begin{cases} 0, & \tilde{e}_m < 0 \\ 1, & \tilde{e}_m > 0 \end{cases}. \quad (13)$$

Для оценки эффективности предоставленного алгоритма предлагается оценить его скрытность и стойкость.

Для оценки скрытности существует множество критериев, наиболее известными из них являются: критерий минимума квадрата среднеквадратичного отклонения (MSE), пиковое отношение сигнала к шуму (PSNR), нормированная корреляция (NC).

$$MSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N (\tilde{f}_{ik} - f_{ik})^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik}^2}}, \quad (14)$$

где  $f_{ik}$  – пиксель исходного изображения  $F = \{f_{ik}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, M$   $k = 1, 2, \dots, N$ ;  $\tilde{F}$  – преобразованное изображение.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX^2}{MSE}, \quad (15)$$

где MAX – это максимальное значение, принимаемое пикселем изображения. Когда пиксели имеют разрядность 8 бит, MAX = 255.

$$NC = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N \tilde{f}_{ik} \cdot f_{ik}}{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik}^2}. \quad (16)$$

Для оценки скрытности было проведен вычислительный эксперимент, моделирующий кодирование информации в изображения входные данные для эксперимента, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

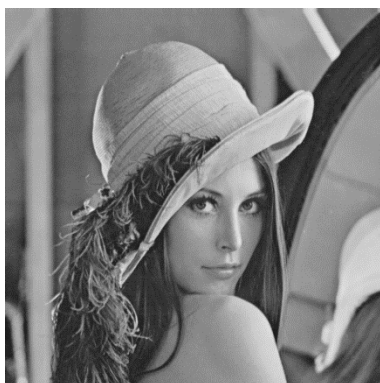
**Входные данные вычислительного эксперимента**

Table 1

**Coding parameters**

Параметры изображения	Значение	Параметры кодирования	Значение
Размер изображения	512x512	Размер подблока изображения	64x64
Формат изображения	TIFF	Количество бит, кодируемое в одном подблоке К	64
Глубина цвета	8 бит	Всего закодировано бит I	4096

При проведении эксперимента в изображения (рисунок) были закодированы последовательности бит, имеющие нормальный закон распределения.



а)



б)

Рис. Результат кодирования в монохромном изображении: а) тестовое изображение «Lena»; б) тестовое изображение «Cameraman»

Fig. Grayscale images with concealed id: a) test image “Lena”; b) test image “Cameraman”

С учетом функционального назначения стеганосистемы, вводятся следующие показатели эффективности для оценки ее стойкости:

Пропускная способность – отношение количества бит  $M$  встраиваемой в контейнер информации к общему объему  $V$  контейнера:

$$P = \frac{M}{V}. \quad (17)$$

Вероятность ошибочного извлечения информационных данных сообщения:

$$BER = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M b_m \oplus \tilde{b}_m. \quad (18)$$

В исследовании были использованы различные монохромные изображения, в которые было закодировано  $10^6$  бит. Результаты моделирования по каждому изображению были усреднены и приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценки кодирования идентификаторов в монохромном изображении

Table 2

The results of assessment of stealth in a monochrome image

Изображение	Оценки				
	MSE	PSNR	NC	P	BER
№1	0.17838	55.61725	0.99999	0.015625	0.0000016
№2	0.14879	56.40483	0.99999	0.015625	0.0000012

Таким образом, кодирование в субполосах изображения позволяет осуществить встраивание идентификаторов и реализовать, таким образом, стеганографическую защиту информации.

Использование субполосных представлений, позволяет разрабатывать и совершенствовать стеганографические алгоритмы кодирования информации.

### Список литературы

1. Технология скрытного кодирования геоданных в снимках земной поверхности / Жилияков Е.Г., Лихолоб П.Г., Балабанова Т.Н., Лихогодина Е.С. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. № 2 (223). выпуск 37. – Белгород: ГиК, 2016. С. 182-189.
2. Лихолоб П.Г., Лихогодина Е.С., Щепилова Д.В. Исследование искажений, вызванных внедренной в изображение защитной информацией // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций Материалы 18-й Международной научно-технической конференции. 2015. С. 123-126.
3. Жилияков Е.Г., Веселых Н.К. Сжатие изображений на основе субполосного анализа/синтеза // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2014. №21-1 (192).

4. Жилияков Е. Г., Черноморец А.А., Лысенко И.В. Метод определения точных значений долей энергии изображений в заданных частотных интервалах // Вопросы радиоэлектроники. Сер. РЛТ. – 2007. – Вып. 4. – С. 115-123.
5. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – М.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
6. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. – М: Солон-Пресс, 2009. – 265 с.
7. О частотной концентрации энергии изображений / Черноморец А.А., Голощапова В.А., Лысенко И.В., Болгова Е.В. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2011. Т. 1. № 17-1. С. 103.
8. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В. О стеганографии в мультимедийных данных // Материалы XV международной научно-методической конференции: «Информатика: проблемы, методология, технологии». 2015. С. 95-99.
9. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Голощапова В.А. О субполосном внедрении в цветные изображения // Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. 2015. Т. 33. № 1-1(198). С. 158-162.
10. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Гахова Н.Н. О субполосном внедрении информации в подобласти пространственных частот изображения-контейнера // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. № 9. С. 85-87.
11. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В. О субполосном скрытии информации в мультимедийных данных // Материалы XVI Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» / Под редакцией Тюкачева Н.А. 2016. С. 129-134.
12. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Павлов В.Ф. Об объеме внедряемых в изображения данных Информационные системы и технологии. 2015. № 2(88). С. 81-88.
13. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Голощапова В.А. Оценка эффективности субполосного внедрения данных в изображение Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 2014. № 30-1. С. 200.

### Reference

1. Technology covert encoding of geodata in the images of the earth's surface / Zhilyakov E.G., Likhohob P.G., Balabanova T.N., Likhogodina E.S.//Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Istoriya. Politologiya. Ekonomika. Informatika. -Belgorod: GiK. № 2 (223). vypusk 37. 2016g. S. 182-189.
2. Likhohob P.G., Likhogodina E.S., Shchepilova D.V. Research of distortions caused by embedded security information. //Problemy peredachi i obrabotki informatsiy v setyakh i sistemakh telekommunikatsiy Materialy 18-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. 2015. S. 123-126.
3. Zhilyakov E.G., Veselykh N.K. Image compression based on subband analysis / synthesis / Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. 2014. №21-1 (192).
4. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Lysenko I.V. The method of determining the exact values of the energy shares of images in given frequency intervals // Voprosy radioelektroniki. Ser. RLT. – 2007. – Вып. 4. – С. 115-123.
5. Konakhovich GF, Puzyrenko A.Yu. Computer Steganography. Theory and practice. – Moscow: MK-Press, 2006. – 288 p.
6. Gribunin V.G., Okov I.N., Turintsev I.V. Digital steganography. – М.: Solon-Press, 2009. – 265 p.
7. About power concentration of images in spectral domain / Chernomoretz A.A., Goloshchapova V.A., Lysenko I.V., Bolgova E.V. // Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. 2011. Т. 1. № 17-1. S. 103.
8. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V. About Steganography in Multimedia Data. Materials of the XV International Scientific and Methodical Conference: "Informatics: Problems, Methodology, Technologies". 2015. pp. 95-99.
9. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V., Goloshapova V.A. About subband introduction in color images // Scientific statements of BelSU. Ser. Economy. Computer science. 2015. Vol. 33. No. 1-1 (198). Pp. 158-162.
10. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V., Gakhova N.N. On the subband introduction of information in the subregion of spatial frequencies of the image-container, Neurocomputers: development, application. 2014. No. 9. P. 85-87.
11. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V. On the subband information concealment in multimedia data // Proceedings of the XVI International Scientific and Methodical Conference "Informatics: Problems, Methodology, Technologies". Edited by N. Tyukachev. 2016. P. 129-134.
12. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V., Pavlov V.F. On the amount of data to be introduced into images Information systems and technologies. 2015. № 2 (88). Pp. 81-88.
13. Zhilyakov E.G., Chernomoretz A.A., Bolgova E.V., Goloshapova V.A. Estimation of the efficiency of subband introduction of data into the image Scientific statements of BelSU. Ser. History. Political science. Economy. Computer science. 2014. No. 30-1. С 200.

**Юдин Дмитрий Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технической кибернетики  
**Щепилова Дина Васильевна**, аспирант кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий  
**Дружкова Ирина Викторовна**, студент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**Yudin Dmitriy Aleksandrovich**, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Technical cybernetics department  
**Shchepilova Dina Vasilyevna**, postgraduate student, Department of information and telecommunication systems and technologies

**Druzhkova Irina Viktorovna**, student, Department of information and telecommunication systems and technologies

УДК 004.051

DOI: 10.18413/2518-1092-2017-2-3-38-44

Пакулова Е.А.  
Рындин А.В.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ  
МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ДАННЫХ**

Южный федеральный университет, ул. Большая Садовая д. 105/42, г. Ростов-на-Дону, 344006, Россия

*e-mail: epakulova@sfedu.ru, artem\_ryndin@mail.ru*

**Аннотация**

Целью данной работы являлась разработка методики оценки эффективности передачи мультимедийных данных на основе совокупного анализа параметров оценки качества мультимедийных данных с точки зрения двух подходов: базируясь на параметрах качества обслуживания сети (от англ. Quality of Service, QoS) и базируясь на анализе параметров закодированного мультимедийного контента (от англ. Quality of Experience, QoE). Разработанная методика оценки эффективности передачи мультимедийного потока требует полный набор информации об исходной последовательности мультимедийных данных. Особенностью разработанной методики является то, что свертка отдельных показателей эффективности не проводилась в виду сложности интерпретации общего показателя. Все рассмотренные в методике метрики являются равнозначными. В рамках данной работы для оценки эффективности передачи мультимедийных данных предложено использовать количество прерываний воспроизведения мультимедийного потока, время приема-передачи, вариацию задержки, качество мультимедийных данных на принимающей стороне в характеристике пикового отношения сигнала к шуму, а также количество переходов качества мультимедийного потока при передаче в гетерогенной беспроводной компьютерной сети.

**Ключевые слова:** оценка эффективности; мультимедийные данные; качество обслуживания сети; качество восприятия.

UDC 004.051

Pakulova E.A.  
Ryndin A.V.

**EFFICIENCY ESTIMATION TECHNIQUE FOR MULTIMEDIA DATA  
TRANSMISSION**

Southern Federal University, 105/42 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, 344006, Russia

*e-mail: epakulova@sfedu.ru, artem\_ryndin@mail.ru*

**Abstract**

In the present work, we develop the efficiency estimation technique for multimedia data transmission, which is based on the common analysis of Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) parameters. The proposed technique demands the full set of information of initial multimedia sequence. The main feature of the proposed technique is the absence of contraction of several parameters of efficiency because of the complexity of the interpretation of the common efficiency value. The considered in this work efficiency parameters are equal. In this work, it is proposed to use the following parameters for efficiency estimation of multimedia data transmission: playback interruptions, round-trip time, jitter, video quality evaluation metric in terms of PSNR and video quality transitions.

**Keywords:** Efficiency estimation; multimedia data; Quality of Service; Quality of Experience.

**ВВЕДЕНИЕ**

Оценка эффективности передачи мультимедийных данных является нетривиальной задачей, т.к. унифицированного подхода к ее решению не существует. Как правило, данная оценка

базируется на анализе качества полученных данных на приемной стороне на основе некоторых статистических данных о них за определенный промежуток времени [15].

Целью данной работы являлась разработка методики оценки эффективности передачи мультимедийных данных на основе совокупного анализа параметров оценки качества мультимедийных данных с точки зрения двух подходов: базируясь на параметрах качества обслуживания сети (от англ. Quality of Service, QoS) и базируясь на анализе параметров закодированного мультимедийного контента (от англ. Quality of Experience, QoE).

Большая часть методик оценки качества мультимедийных данных на основе параметров QoS основывается на измерении параметров сети и призваны обеспечить контроль уровня качества приложений как для проводных, так и беспроводных компьютерных систем передачи и обработки мультимедийных данных [18].

Наиболее популярными метриками для оценки качества по QoS являются:

- время приема-передачи – время, затраченное на отправку пакета для его получения, плюс время, необходимое для подтверждения о его получении;

- вариация задержки – разброс времени прихода пакетов от среднего;

- коэффициент потерь пакетов – процент потерь пакетов от общего числа отправленных.

В [19] было показано, что потери качества мультимедийных данных на 80% обусловлены потерями пакетов и только на 20% вариацией задержки. Поэтому коэффициент потерь пакетов можно также использовать и для оценки качества принятого решения, поскольку потеря пакетов непосредственно влияет на качество воспроизводимого потока. С другой стороны, коэффициент потерь пакетов характеризует плотность данных в кадре и не учитывает контент мультимедийных данных [4].

Оценки на основе контента базируются на анализе закодированного мультимедийного контента и могут быть сконфигурированы так, чтобы определить качество принятых мультимедийных данных на уровне приложений, используя различные метрики QoE от простых схем сравнения пикселей картинки между источником и получателем, до интегрированных оценок качества мультимедийных данных [14].

На данный момент предложено довольно большое количество подходов к анализу качества мультимедийных данных на основе QoE [9, 11, 13], однако до сих пор нет унифицированного набора метрик, которые необходимо брать во внимание. В общем случае различают подходы, характеризующиеся количеством доступной информации для анализа качества. Так выделяют три класса таких подходов. Первый класс характеризуется полным набором информации о передаваемой последовательности мультимедийных данных на стороне отправителя. Второй класс характеризуется отсутствием какой-либо информации об исходной последовательности мультимедийных данных. Третий класс обладает некоторой информацией об последовательности мультимедийных данных, но в меньшем количестве, чем первый класс [14].

Оценка QoE является нетривиальной задачей, поскольку у каждого пользователя свои представления о желаемом качестве воспроизводимого мультимедийного потока. Оценка данного параметра является самодостаточной областью науки с большим количеством вопросов [2].

Мультимедийные приложения, в особенности реального времени, очень чувствительны к параметрам сети. Задержки пакетов повышают задержку воспроизведения потока, а потери пакетов могут привести к деградации качества на принимающей стороне. Плохая производительность сети, в особенности колебания QoS, часто является причиной плохой QoE [1, 3, 7].

Однако оценка качества принятых мультимедийных данных, в основу которой легли параметры QoS, не дает реального представления об удовлетворенности пользователя. Для этих целей предложены методы оценки удовлетворенности пользователя на основе QoE [1, 7]. С другой стороны, в [5] было показано, что если оценка качества на основе QoE и QoS проводятся одновременно, то результаты скорее всего будут сравнимы. Так, методики оценок QoS и QoE тесно взаимосвязаны.



## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ДАННЫХ**

Разработанная методика базируется на статистическом анализе параметров QoS и QoE за некоторый промежуток времени. Предполагается, что для оценки эффективности передачи мультимедийного потока имеется полный набор информации об исходной последовательности мультимедийных данных. Особенностью разработанной методики является то, что свертка отдельных показателей эффективности не проводилась в виду сложности интерпретации общего показателя. Все рассмотренные в методике метрики являются равнозначными.

В общем случае, на основе информации, имеющейся на стороне отправителя и получателя, возможно получить статистику о средней вариации задержки при передаче, среднем времени приема-передачи, количестве потерь при передаче, а также о среднем размере характеристики пикового отношения сигнала к шуму (англ. peak signal-to-noise ratio, PSNR) мультимедийных данных.

Кроме того, для задач адаптации мультимедийных данных в гетерогенной беспроводной сети необходимо рассмотреть количество переходов качества при передаче мультимедийного потока как один из параметров оценки качества предложенного решения.

Стоит заметить, что под переходом качества мультимедийного потока понимается факт выбора другого уровня улучшения мультимедийной последовательности по сравнению с текущим. Пример адаптации качества с применением кодека стандарта H.264/SVC рассмотрен в [12].

В [2, 11] было показано, что данный параметр имеет большое влияние на восприятие принятого мультимедийного потока пользователем. С одной стороны, повышение или понижение качества мультимедийной последовательности в зависимости от параметров сети должно привести к снижению потерь в сети и снижению вариации задержки. С другой стороны, частое переключение качества раздражает пользователя. В [11] показано, что вероятность того, что пользователь прервет соединение в 4 раза выше при частом переключении качества, чем при постоянной кадровой скорости, и в 3 раза выше при прерывании воспроизведения, чем при единичной смене качества последовательности мультимедийных данных.

Кроме того, в рамках данной работы примем, что передача мультимедийных данных в сети осуществляется посредством протокола транспортного уровня RTP [6].

### **ЗАДЕРЖКА ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ**

Задержка приема-передачи – это время, затраченное на отправку пакета, плюс время, которое требуется для подтверждения, что пакет получен. На рисунке 1 представлена схема вычисления задержки приема-передачи для предлагаемой структуры системы, предложенной в [12]. На стороне отправителя  $S$  фиксируется время  $t_0^s$  отправления управляющего пакета SR. На стороне получателя  $R$  фиксируется время получения  $t_0^r$  данного пакета SR, а также вычисляется время, от получения управляющего пакета SR и до отправления управляющего пакета RR, т.е.  $t_1^r - t_0^r$ .

После получения управляющего пакета RR отправителем вычисляется задержка приема-передачи  $D_p$  как:

$$D = t_1^s - (t_1^r - t_0^r) - t_0^s \quad (1)$$

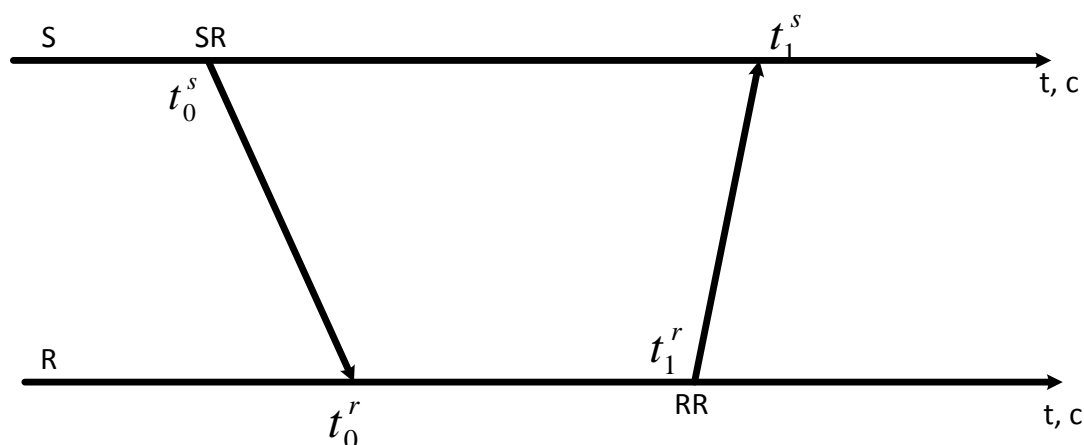


Рис. 1. Схема вычисления задержки приема-передачи  
Fig. 1. The scheme of round-trip time calculation

Для оценки эффективности передачи мультимедийных данных необходимо определить среднюю задержку приема передачи для всего сеанса связи:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{m=1}^M D^m}{M}, \quad (2)$$

где  $m \in M$  – количество раз расчета задержки.

### ВАРИАЦИЯ ЗАДЕРЖКИ

Вариация задержки характеризует неравномерность прихода пакетов приложения на принимающей стороне. Она может быть обусловлена перегрузкой сети в некоторых точках, большим разбросом размеров пересылаемых пакетов, что приводит к неравномерному распределению времени обработки, различными маршрутами и пр. [10]. В любом случае, большая вариация задержки пакетов приводит к ухудшению качества мультимедийных данных.

Примем в работе, что вариация задержки между отправленными пакетами  $x_i$  и  $x_{i-1}$  рассчитывается как среднее отклонение разности  $G$  времени прихода  $t$  полученных пакетов  $x'_i$  и  $x'_{i-1}$  по сравнению с их отправлением:

$$V(i) = V(i-1) + (|G(i-1, i)| - V(i-1))/16, \quad (3)$$

где  $G(i-1, i) = (t(x'_{i-1}) - t(x'_i)) - (t(x_{i-1}) - t(x_i))$ .

Средняя вариация задержки для всего сеанса связи для каждого из потоков рассчитывается как:

$$\bar{V} = \frac{\sum_{m=1}^M v^m}{M}, \quad (4)$$

где  $m \in M$  – количество раз расчета вариации задержки.

### КОЛИЧЕСТВО ПОТЕРЬ

Как правило в современных стандартах кодирования видео применяются различные механизмы компенсации потерь, таким образом влияние единичных потерь сглаживается. Наибольший урон качеству воспроизведения приносят потери группы кадров от ключевого кадра до ключевого. В этом случае, происходит остановка воспроизведения мультимедийного потока  $\vartheta(t) \in (0,1)$  на какой-то промежуток времени  $t$ . В рамках предлагаемой методики этот параметр определяется как отдельная метрика оценки качества.

### АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИКИ PSNR

Одной из метрик оценки качества, принадлежащей классу с полным набором информации об исходной последовательности мультимедийных данных, является метрика PSNR. В [4] было

показано, что PSNR является валидной метрикой для оценки качества мультимедийного потока для одной и той же последовательности мультимедийных данных и с одним и тем же кодеком [8].

PSNR характеризует соотношение между максимумом возможного значения сигнала и мощностью шума, искажающего значения сигнала. PSNR определяется через среднеквадратичную ошибку MSE (от англ. Mean Square Error) между исходным кадром  $o$  и искаженным  $d$ :

$$MSE = \frac{1}{X \cdot Y} \sum_{x=1}^X \sum_{y=1}^Y |o(x, y) - d(x, y)|^2, \quad (5)$$

где каждый кадр имеет  $X \times Y$  пикселей, а  $o(x, y)$  и  $d(x, y)$  – пиксели яркости на позиции  $(x, y)$  в кадре.

Тогда PSNR вычисляется как логарифмическое отношение максимального значения, принимаемого пикселем изображения, к мощности шума, искажающего изображение. Если принять (5) и максимальное значение, принимаемое пикселем в кадре  $L$  (когда пиксели имеют разрядность 8 бит,  $L = 255$ ), тогда [8]

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{L}{MSE} \quad (6)$$

Пусть качество PSNR (3) кадра  $m$  определяется как  $Q_m$ , тогда среднее значение качества для всей мультимедийной последовательности будет определяться как:

$$\bar{Q} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M Q_m \quad (7)$$

Исходя из этого возможно определить коэффициент вариации качества:

$$CoQ = \frac{S_Q}{\bar{Q}}, \quad (8)$$

где  $S_Q$  – стандартное отклонение качества, т.е.  $S_Q = \sqrt{\frac{1}{1-M} \sum_{m=1}^M (Q_m - \bar{Q})^2}$

### **АНАЛИЗ ПЕРЕХОДОВ КАЧЕСТВА**

Под переходом качества подразумевается доля переходов качества по отношению к общему количеству групп кадров. Стоит заметить, что переход качества осуществляется только перед началом передачи группы кадров и никогда в пределах группы кадров.

Разработанная методика оценки эффективности передачи мультимедийных данных была применена для сценария мультипоточковой передачи данных со структурой сети и алгоритмами распределения и адаптации масштабируемого мультимедийного потока, описанных в [16, 17].

В работе были проведены эксперименты с искусственным ограничением пропускной способности, а также с применением трассировок реальной пропускной способности, собранных в публичных беспроводных компьютерных сетях г. Берлина (Германия). Результаты экспериментов по разработанной методике оценки эффективности передачи мультимедийных данных приведены в [17], где была продемонстрирована эффективность методики на примере разработанных в [17, 18] алгоритмов, алгоритма распределения трафика циклического опроса и алгоритма, приведенного в [16].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В рамках данной работы для оценки эффективности передачи мультимедийных данных предложено использовать количество прерываний воспроизведения мультимедийного потока, время приема-передачи, вариацию задержки, качество мультимедийных данных на принимающей стороне в характеристике PSNR, а также количество переходов качества мультимедийного потока при передаче в гетерогенной беспроводной компьютерной сети.

В работах [12, 17, 18] доказана эффективность предложенной методики, проведены серии экспериментов с применением разработанных в [12, 17, 18] алгоритмов, алгоритма распределения трафика циклического опроса и алгоритма, приведенного в [16].

### Список литературы

1. Balachandran A. et al. A quest for an internet video quality-of-experience metric // Proceedings of the 11th ACM Workshop on Hot Topics in Networks. – ACM, 2012. – С. 97-102.
2. Clark A. D. et al. Modeling the effects of burst packet loss and recency on subjective voice quality. – 2001.
3. Huynh-Thu Q., Ghanbari M. Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment / Q. Huynh-Thu, M. Ghanbari // Electronics letters. – 2008. – Т. 44. – №. 13. – С. 800-801.
4. "A Service-Oriented Framework of Distributed QoS Measurement Based on Multi-Agent for Overlay Network" / Jian-ren, Y., Rui-min H., Jun C., Jian-bo Z.: Feb 2009. С. 158-162.
5. Koistinen T. Protocol overview: RTP and RTCP // Nokia Telecommunications. 2000.
6. Lin C. H. et al. The packet loss effect on MPEG video transmission in wireless networks // 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications-Volume 1 (AINA'06). IEEE, 2006. Т. 1. С. 565-572.
7. Loguinov D., Radha H. End-to-end internet video traffic dynamics: Statistical study and analysis // INFOCOM 2002. Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE. 2002. Т. 2. С. 723-732.
8. Minhas T. N. and Fiedler M. Impact of disturbance locations on video quality of experience. In Quality of Experience for Multimedia Content Sharing, EuroITV2011, June 2011.
9. Minhas T. N. et al. Mobile video sensitivity to packet loss and packet delay variation in terms of QoE // 2012 19th International Packet Video Workshop (PV). IEEE, 2012. С. 83-88.
10. Minhas T. N. Network impact on quality of experience of mobile video. 2012.
11. Nam H., Kim K. H., Schulzrinne H. QoE Matters More Than QoS: Why People Stop Watching Cat Videos // INFOCOM, 2016 (to appear). 2016.
12. Pakulova E., Miller K., Wolisz A. Adaptive low-delay video streaming in heterogeneous wireless networks using MPRTP // Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2017 13th International. –IEEE, 2017. С. 14-19.
13. Piamrat K. et al. Quality of experience measurements for video streaming over wireless networks // Information Technology: New Generations, 2009. ITNG'09. Sixth International Conference on. IEEE, 2009. С. 1184-1189.
14. Factors Influencing Quality of Experience. In Quality of Experience. / Reiter U., Brunstr K., Katrien De Moor, Larabi M.C., Pereira M., Pinheiro A., You J., and Zgank A., Springer International Publishing, 2014. С 55–74.
15. Serral-Gracià R. et al. An overview of quality of experience measurement challenges for video applications in IP networks // International Conference on Wired/Wireless Internet Communications. Springer Berlin Heidelberg, 2010. С. 252-263.
16. Singh V., Ahsan A. and Ott J.: MPRTP: Multipath Considerations for Real-time Media. MMSys '13, Proceedings of the 4th ACM Multimedia Systems Conference, February 26-March 1, 2013, С.190-201.
17. Пакулова Е.А. Алгоритмы и программные средства повышения эффективности передачи мультимедийных данных в беспроводных компьютерных сетях: Дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2016. 116 с.
18. Пакулова Е.А. Распределение и адаптация видеопотока в формате SVC в гетерогенной сети // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 4. С. 710-715. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-710-715.
19. Сагатов Е. С., Сухов А. М. Повышение качества интернет-видеопотоков методом дублирования ключевых кадров / Е.С. Сагатов, А.М. Сухов // Вестник самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С.П. Королёва (Национального исследовательского университета). 2011. №. 2.

### References

1. Balachandran A. et al. A quest for an internet video quality-of-experience metric // Proceedings of the 11th ACM Workshop on Hot Topics in Networks. – ACM, 2012. – С. 97-102.
2. Clark A. D. et al. Modeling the effects of burst packet loss and recency on subjective voice quality. – 2001.
3. Huynh-Thu Q., Ghanbari M. Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment / Q. Huynh-Thu, M. Ghanbari // Electronics letters. – 2008. – Т. 44. – №. 13. – С. 800-801.
4. "A Service-Oriented Framework of Distributed QoS Measurement Based on Multi-Agent for Overlay Network" / Jian-ren, Y., Rui-min H., Jun C., Jian-bo Z.: Feb 2009. С. 158 –162.
5. Koistinen T. Protocol overview: RTP and RTCP // Nokia Telecommunications. 2000.
6. Lin C. H. et al. The packet loss effect on MPEG video transmission in wireless networks // 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications-Volume 1 (AINA'06). IEEE, 2006. Т. 1. С. 565-572.
7. Loguinov D., Radha H. End-to-end internet video traffic dynamics: Statistical study and analysis // INFOCOM 2002. Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE. 2002. Т. 2. С. 723-732.
8. Minhas T. N. and Fiedler M. Impact of disturbance locations on video quality of experience. In Quality of Experience for Multimedia Content Sharing, EuroITV2011, June 2011.

9. Minhas T. N. et al. Mobile video sensitivity to packet loss and packet delay variation in terms of QoE //2012 19th International Packet Video Workshop (PV). IEEE, 2012. С. 83-88.
10. Minhas T. N. Network impact on quality of experience of mobile video. 2012.
11. Nam H., Kim K. H., Schulzrinne H. QoE Matters More Than QoS: Why People Stop Watching Cat Videos // INFOCOM, 2016 (to appear). 2016.
12. Pakulova E., Miller K., Wolisz A. Adaptive low-delay video streaming in heterogeneous wireless networks using MPRTP // Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2017 13th International. – IEEE, 2017. С. 14-19.
13. Piamrat K. et al. Quality of experience measurements for video streaming over wireless networks //Information Technology: New Generations, 2009. ITNG'09. Sixth International Conference on. IEEE, 2009. С. 1184-1189.
14. Factors Influencing Quality of Experience. In Quality of Experience / Reiter U., Brunström K., Katrien De Moor, Larabi M.C., Pereira M., Pinheiro A., You J., and Zgank A., Springer International Publishing. 2014. С 55–74.
15. Serral-Gracià R. et al. An overview of quality of experience measurement challenges for video applications in IP networks // International Conference on Wired/Wireless Internet Communications. Springer Berlin Heidelberg, 2010. С. 252-263.
16. Singh V., Ahsan A. and Ott J.: MPRTP: Multipath Considerations for Real-time Media. MMSys'13, Proceedings of the 4th ACM Multimedia Systems Conference, February 26-March 1, 2013, С.190-201.
17. Akulova E. A. Algorithms and software for improving the efficiency of transmission of multimedia data in wireless computer networks: Dis. Cand.tech. Sciences. Saint Petersburg, 2016. 116с.
18. Akulova E. A. Distribution and adaptation of the video stream in SVC format in heterogeneous networks // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. 2016. Т. 16. No. 4. P. 710-715. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-710-715.
19. Sagatov E. S., Sukhov, A. M. improving the quality of Internet video streams by the method of duplication of key frames / Sagatov E. S., Sukhov, A. M. // Vestnik of Samara state aerospace University. Academician S. P. Korolev (National research University). 2011. no. 2.

**Пакулова Екатерина Анатольевна**, кандидат технических наук, инженер  
**Рындин Артем Валерьевич**, аспирант

**Pakulova Ekaterina Anatolievna**, Candidate of Technical Sciences, engineer  
**Ryndin Artem Valerevich**, postgraduate student