

турную формулу с минимизированным числом структурных элементов. Эта задача носит название *минимизации* структурной формулы.

3. На третьем этапе преобразуем минимизированную структурную формулу в генерализованное сообщение, содержащее, соответственно, меньшее число информационных элементов по сравнению с исходным до генерализации.

В этом случае получаем минимизированное сообщение, обладающее рядом достоинств, благодаря которым обеспечена возможность повышения скорости передачи информации, повышение информативности элементов запоминающих устройств, или их информационной емкости и, соответственно, повышение защищенности информации от несанкционированного доступа.

Таким образом, при обеспечении многофункциональной совместимости генерализованного пред-

ставления информационных коммуникаций, представление информации в виде множества элементов, адресно поименованных, как по отдельности, так и в целом позволяет осуществить не только ее генерализацию, но и получить более эффективное ее сжатие, интеграцию и защиту от несанкционированного доступа.

#### Библиографические ссылки

1. *Кувырков П. П.* Генералитика – реальность и перспективы // Сб. ст. Междунар. науч.-практич. конф. «Инновационная экономика и промышленная политика региона» (ЭКОПРОМ-2009). – 30 сентября – 3 октября 2009. – Т. II. – С. 440–445.
2. *Кувырков П. П.* Структуризация генерализованного представления информации // Вестник ИжГТУ. – 2010. – № 3(47). – С. 116–118.

*P. P. Kuvyrkov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Penza State Technological Academy

#### Multifunctional Compatibility of Generalized Presentation of Informational Communications

*The paper describes ways of efficiency increase for information compression, integration and security ensured by multifunctional compatibility of its generalized presentation. Numerical measures of efficiency characteristics for information transformation of one type into another are given.*

**Key words:** generalization, information, communication, integration, compatibility.

УДК 614.2

**С. Б. Пономарёв**, доктор медицинских наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**А. М. Туленков**, кандидат медицинских наук, филиал НИИ Федеральной службы исполнения наказаний России, Ижевск

**А. А. Половникова**, кандидат медицинских наук, филиал НИИ Федеральной службы исполнения наказаний России, Ижевск

**В. А. Тененёв**, доктор физико-математических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**А. В. Серебренников**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**К. А. Романов**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕФОРМИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ СЛУЖБЫ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

*Статья посвящена разработке математической модели, позволяющей осуществлять мониторинг реформ, проводимых в медицинской службе уголовно-исполнительной системы.*

**Ключевые слова:** оценка медико-санитарного обеспечения, экспертная оценка, математическое моделирование, уголовно-исполнительная система.

**П**роцесс демократизации российского общества напрямую касается уголовно-исполнительной системы России. При этом весьма весомую, если не ключевую роль, в деле гуманизации условий содержания осужденных играют вопросы их медицинского обеспечения. Граждане, отбывающие наказание в виде лишения свободы, как и все остальные граждане нашей страны имеют право на гарантированный государством круг медицин-

ских услуг. Вместе с тем ведомственная система медицинского обеспечения в уголовно-исполнительной системе (УИС) не всегда соответствует реалиям сегодняшнего дня. С целью совершенствования оказания медицинской помощи осужденным и лицам, заключенным под стражу, в течение 2011 года в УИС проводился эксперимент по реформированию медицинской службы [1–3]. Данный эксперимент осуществлялся в рамках исполнения поручения Президента

Российской Федерации. В качестве экспериментальных регионов выступили Тверская область и г. Санкт-Петербург и Ленинградская область. Суть эксперимента заключалась в коренном изменении структуры медицинской службы исправительных учреждений в этих двух регионах России.

Система мониторинга эксперимента в течение 2011 года предполагала слежение за многими параметрами, характеризующими медицинскую службу УИС. Вместе с тем обилие индикаторов нередко не давало ясной картины происходящего и подчас даже искажало существующее положение вещей. В этой связи среди специалистов, врачей-организаторов здравоохранения пенитенциарной системы был проведен опрос, на основании которого были выбраны наиболее информативные, по их мнению, показатели, на основании динамики которых можно было бы судить об эффективности проводимых реформ в медицинской службе уголовно-исполнительной системы. Количественную оценку степени значимости предлагаемых факторов решено было провести на основе метода анализа иерархий, который предполагает декомпозицию проблемы на более простые составляющие с построением дерева иерархий, в котором цель располагается в вершине, а промежуточные уровни образуют критерии и факторы. В результате была построена модель следующего вида (рис.1):

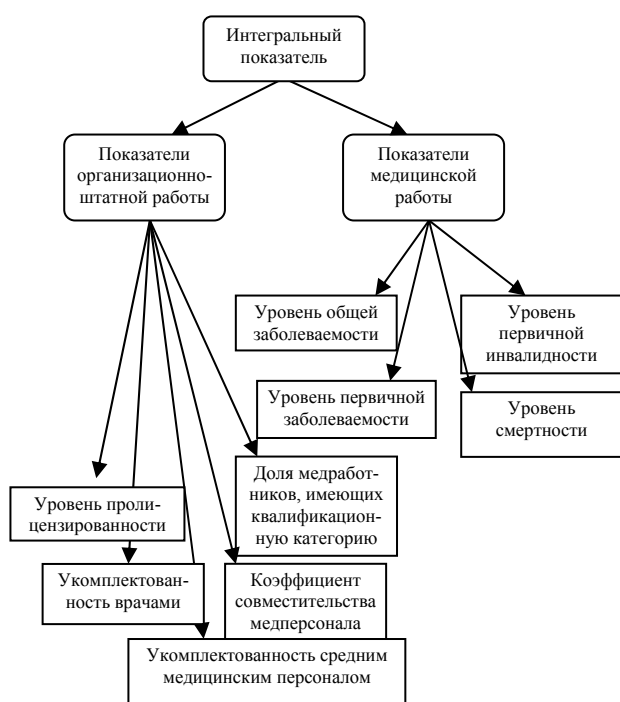


Рис. 1. Модель системы мониторинга хода и результативности эксперимента

Для установления относительной важности элементов иерархии использовалась шкала отношений. По данной шкале эксперты определили степень предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим. Для оценки относительной важности элементов использовалась девятибалльная шкала отношений. По этой шкале «1» соответствует одинаковой

значимости элементов, а «9» – абсолютной значимости. Правило заполнения матриц отношения: если элемент  $\rho_i$  доминирует над элементом  $\rho_j$ , то элемент матрицы  $a_{ij}$  равен целому числу  $\mu$  по шкале отношений. Симметричная клетка матрицы  $a_{ji} = 1/\mu$ .

В соответствии с важностью элементов-потомков для вышестоящего элемента-родителя заполняется матрица парных сравнений  $A$ . Размерность матрицы определяется числом потомков у родителя. Ранжирование элементов, анализируемых с использованием матрицы парных сравнений, осуществляется на основе вычисления главного собственного вектора данной матрицы. Главным собственным вектором определяется равенством

$$AW = \lambda_{\max} W,$$

где  $\lambda_{\max}$  – максимальное собственное значение матрицы. Вектор  $W$  можно вычислить с использованием выражения

$$W = \frac{A^k e}{e^T A^k e},$$

где  $e^T = (1, \dots, 1)$ , а  $k$  – некоторое число, в которое возводится исходная матрица парных сравнений (как правило, достаточно взять  $k \geq 5$ ). Компоненты вектора

$$W = (w_1, \dots, w_n)$$

являются весами относительной важности рассматриваемых элементов для их элемента-родителя.

Степень важности элементов нижнего уровня для элементов, расположенных в иерархии на более высоких уровнях, определялась с помощью иерархического синтеза. Низший уровень образуют переменные, характеризующие систему  $x = (x_i) \quad i = \overline{1, n}$ . Результирующее значение  $y$  складывается с учетом весовых коэффициентов на предыдущих уровнях.

Если провести умножение матриц, то получим коэффициенты значимости каждой переменной  $x = (x_i) \quad i = \overline{1, n}$  на величину  $y = y(x, \tilde{w}^3)$ .

В общем виде оператор иерархического синтеза запишем в следующей форме:

$$S: \tilde{w}_{ij(l+1)}^{j+1} = \sum_{j(l)=1}^{n(l)} \tilde{w}_{ij(l)}^j w_{ij(l+1)}^{j+1}, \quad l = \overline{1, L};$$

$$l = 1 : \tilde{w}_{ij(1)}^1 = w_{ij(1)}^1,$$

где  $L$  – количество уровней иерархии;  $n(l)$  – количество элементов на уровнях ( $n(1) = n, n(L) = 1$ ).

Для количественной оценки величины  $y(x)$  следует привести все значения переменных  $x$  к безразмерному виду [4]:

$$\bar{x}_i = \frac{x_i - x_i^{\min}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}}, \quad i = \overline{1, n}.$$

В этом случае преобразование  $y(x)$  примет вид

$$y = \sum_{i=1}^n \tilde{w}_{i1} \bar{x}_i, \quad y \in [0, 1].$$

В итоговую формулу, с помощью которой можно оценить эффективность работы медицинской службы территориального органа Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН), вошли параметры, представленные ниже в таблице.

**Перечень оценочных показателей результатов проведения эксперимента по реформированию медицинского обеспечения УИС**

Обозначение в формуле	Наименование анализируемого параметра	Единицы измерения
$X_1$	Уровень пролицензированной филиалов медико-санитарной части	Процент
$X_2$	Укомплектованность врачами по специальностям	Процент
$X_3$	Укомплектованность средним медицинским персоналом	Процент
$X_4$	Коэффициент совместительства медперсонала	Коэффициент
$X_5$	Доля врачей, имеющих квалификационную категорию (высшую, первую или вторую категорию)	Процент
$X_6$	Уровень общей заболеваемости	на 100 тыс. населения
$X_7$	Уровень первичной заболеваемости	на 100 тыс. населения
$X_8$	Уровень смертности	на 100 тыс. населения
$X_9$	Уровень первичной инвалидности	на 100 тыс. населения

Итоговая формула расчета интегрального показателя выглядит следующим образом:

$$Y = 221,33 + X_1 \cdot 3,88 + X_2 \cdot 1,72 + X_3 \cdot 1,72 - X_4 \cdot 42,67 + X_5 \cdot 1,72 - X_6 \cdot 0,00089 - X_7 \cdot 0,00179 - X_8 \cdot 1,38 - X_9 \cdot 0,573.$$

Динамика интегрального индекса в течение 2011 года в экспериментальных регионах представлена на рис 2.

Как видно из рисунка, в течение 2011 года интегральный показатель в обоих регионах заметно улучшился. При этом первоначально (в первом квартале 2011 года), судя по состоянию интегрального показателя, ситуация с медицинским обеспечением в пенитенциарной системе Тверской области была намного

лучше, нежели в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Дальнейший прирост интегрального показателя в Санкт-Петербурге и Ленинградской области был выше, нежели в Тверской области.



Рис. 2. Динамика интегрального индекса в экспериментальных регионах

Выявленные в ходе мониторинга эксперимента тенденции позволяют прогнозировать, что реализация новой модели пенитенциарного здравоохранения приведет к повышению его эффективности, укреплению профилактической составляющей, более рациональному расходованию отпускаемых на медицинские нужды бюджетных средств. В перспективе можно прогнозировать, что это приведет к повышению качества медико-санитарного обеспечения в уголовно-исполнительной системе. В целом проведенное исследование свидетельствует о несомненной пользе применения разработанной математической модели в оценке реформирования медицинской службы пенитенциарной системы.

**Библиографические ссылки**

1. Пономарев С. Б., Сергиенко А. С., Тенев В. А. Решение проблемы мониторинга качества медицинской помощи в УИС методами математического моделирования // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 2 – С. 112–121.
2. Автоматизированная система мониторинга качества медицинской помощи в уголовно-исполнительной системе как инструмент социально-экономического управления / С. Б. Пономарев [и др.]. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2009. – 92 с.
3. Тимофеев И. В. Качество медицинской помощи (терминология, критерии оценки) // Социальная политика. Медицинское обозрение. – 2006. – № 8. – С. 4–5.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий : пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1989. – 316 с. 66.
5. Donabedian A. Twenty years of research on the quality of medicale care, 1965-1984 // Evaluation and the Health Professions. – 1985. – Vol. 8. – P. 243–265.

S. B. Ponomarev, DSc in Medicine, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
 A. M. Tulenkov, PhD in Medicine, Research Institute of Federal Penitentiary Service (FSIN of Russia)  
 A. A. Polovnikova, PhD in Medicine, Research Institute of Federal Penitentiary Service (FSIN of Russia)  
 V. A. Tenenev, DSc (Physics and Mathematics), Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
 A. V. Serebrennikov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
 K. A. Romanov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Prospects of Applying the Mathematical Model in Assessment of Reforming Efficiency for Health Service of Russia Penal System**

The paper is devoted to development of the mathematical model, allowing to monitor reforms which are carried out in the health service of penal system.

**Key words:** assessment of health provision, expert assessment, mathematical modeling, penal system.

УДК 004.932

**А. В. Коробейников**, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**В. С. Смирнов**, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## КАСКАДНОЕ РАЗБИЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ФРАГМЕНТЫ ПРИ СЖАТИИ БЕЗ ПОТЕРЬ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ОБХОДА

Разбиение изображения на фрагменты равного ограниченного размера позволяет использовать метод оптимизации обхода изображения при сжатии без потерь. Каскадное разбиение изображения на фрагменты и добавление мнимых пикселей позволяет построить обход изображения.

**Ключевые слова:** сжатие изображений без потерь, оптимизация обхода, каскадное разбиение на фрагменты.

В работе Смирнова В. С., Коробейникова А. В. «Применение алгоритма Литтла для минимизации затрат на кодирование обхода изображений при сжатии без потерь» (Информационные системы в промышленности и образовании : Сборник трудов молодых ученых. Ижевск : Изд-во ИЖГТУ, 2010. С. 165–171) показана эффективность использования метода оптимизации обхода изображения при сжатии без потерь.

Недостатком метода является большое время построения оптимального обхода: примерно 1 минута для изображения  $16 \times 16$ . Причиной является комбинаторный взрыв относительно количества вариантов возможных обходов при увеличении размеров изображения. Таким образом, построение оптимального обхода для изображений большого размера не реализуемо на современных персональных компьютерах.

В данной работе предлагается решение указанной проблемы. Изображение необходимо разбить на множество фрагментов равного небольшого размера. Затем для каждого фрагмента найти оптимальный обход. Полученные обходы фрагментов необходимо стыковать для получения обхода всего изображения.

Для реализации предложенных идей необходимо решить следующие задачи.

1. Обеспечить построение обхода для изображений произвольных размеров, которые могут быть не кратны размерам фрагмента.

2. Предложить метод стыковки обходов фрагментов изображений.

**Мнимые пиксели.** Разбивая изображение размером  $N \times M$  на фрагменты размером  $n \times m$ , получаем две области: область, включающую полные фрагменты, и область, включающую неполные фрагменты (рис. 1). Количество пикселей, лежащих в области с неполными фрагментами, находится по формуле

$$K_{\text{мп}} = \sum_{i=0}^{M-1} [N - (N/n) \cdot n] + \sum_{j=0}^{N-1-(N-(N/n) \cdot n)} [M - (M/m) \cdot m], \quad (1)$$

где / – операция целочисленного деления.

Чтобы построить обход изображения в области с неполными фрагментами, необходимо дополнить изображение таким количеством мнимых пикселей (рис. 1), чтобы выполнялось следующие условие:

$$\begin{cases} M \% m = 0, \\ N \% n = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где % – операция остатка от деления.

Мнимые пиксели не будут храниться и отображаться в сжатом изображении, но они необходимы для построения обхода изображения разбитого на фрагменты. Значения, записанные во всех мнимых пикселях одинаковы и во много раз больше максимального значения действительного пикселя.

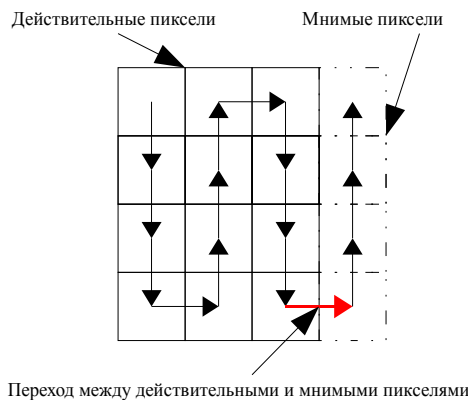


Рис. 1. Фрагмент, содержащий мнимые и действительные пиксели