

## ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЮ ИМИ

И. В. Гончаров, Н. И. Гончаров, П. А. Паринов, О. В. Райков

Закрытое акционерное общество «Научное производственное объединение «Инфобезопасность»,  
Воронежский государственный университет,  
Федеральная служба по техническому и экспортному контролю

Поступила в редакцию 20.08.2014 г.

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен подход к представлению и анализу состояний информационной компьютерной системы с помощью нейронных сетей и вейвлет-преобразования с целью адаптивного управления соответствующими характеристиками.

**Ключевые слова:** информационная компьютерная система, нейронные сети, вейвлет-преобразование.

**Annotation.** This paper considers an approach to representation and analysis states of information computer system using neural networks and wavelet transform with purpose of adaptive management of relevant characteristics.

**Keywords:** information computer system, neural network, wavelet transform.

В статьях [1, 2, 3, 4] рассмотрен частный случай моделирования состояний информационной системы в условиях внешних воздействий на нее. В статье [5] подтверждено, что применение нейросетевого моделирования для исследования состояния компонентов информационных компьютерных систем (ИКС) является эффективным инструментом. В теоретических исследованиях [4] приводится описание возможности адекватного прогнозирования параметров и характеристик информационных систем с применением вейвлет-преобразования. В настоящее время в информационных системах широко используются компьютерная техника и компьютерные технологии. Как следствие, ИКС обладают большим количеством соответствующих параметров и характеристик, определяющих обеспечение функций и решаемых задач по назначению. Такое утверждение было проиллюстрировано на примере частного случая для рассматриваемых в статье систем [6].

Рассмотрим моделирование процесса определения изменений состояний ИКС с по-

мощью нейронных сетей и вейвлет-преобразования.

Нахождение ИКС в условиях внешних воздействий на нее подразумевает: воздействие на компоненты ИКС, обеспечение функций и решаемых задач по назначению (включая функции систем защиты ИКС), формирование результата воздействия, анализ результата воздействия, реагирование на результат воздействия (рис. 1).

Опишем каждый из компонентов модели процесса воздействия на ИКС в отдельности. Блок воздействия на компоненты ИКС представляет собой однослойный персептрон (рис. 2), входные сигналы которого соответствуют характеристикам средств воздействия, т.е. определен входной вектор  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_l\}$ , а весовые коэффициенты соответствуют эффективности средств воздействий. Каждое средство воздействия отдельным весом  $Ef_{i,m,j}$  сопоставлено с искусственным нейроном, который вычисляет взвешенную сумму входных сигналов для Предметного свойства  $Sub_i(Char_m)$ . Полученный результат сравнивается с пороговым значением  $P$ , в общем случае различным для каждого Предметного свойства, и формируется выходной сигнал

© Гончаров И. В., Гончаров Н. И., Паринов П. А., Райков О. В., 2014



Рис. 1. Модель процесса воздействия на компоненты ИКС

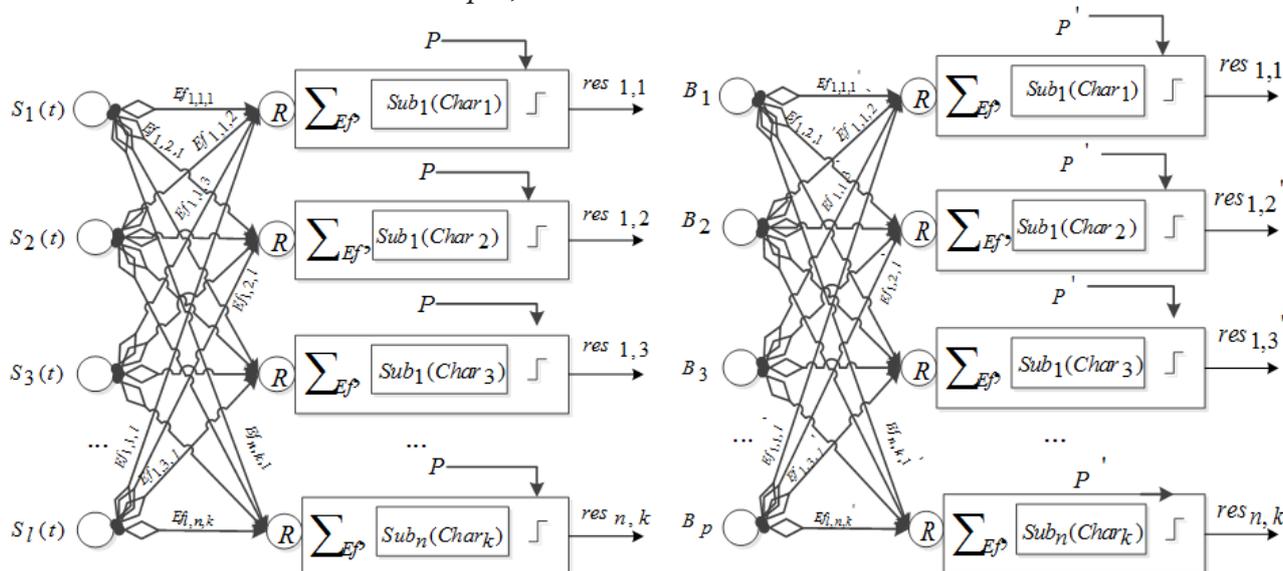


Рис. 2. Слева направо: блок воздействия, блок обеспечение функций и решаемых задач по назначению ИКС

$res_{i,m}$ . Таким образом, выходной вектор  $OUT_B = \{res_{1,1}, res_{1,2}, \dots, res_{n,k}\}$ , формирующий значение реального воздействия, рассчитывается по формулам (1), (2):

$$NET_B = S^T \cdot Ef, \quad (1)$$

$$OUT_B = f(NET_B), \quad (2)$$

где  $f(NET_B)$  представляет собой пороговую функцию (3):

$$f(NET_B) = \begin{cases} res_{i,m}, & \text{если } NET_B > P. \\ 0, & \text{если } NET_B < P \end{cases} \quad (3)$$

Блок обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС (рис. 2) является однослойным персептроном, работающим

аналогичным образом с персептроном блока воздействия на компоненты ИКС. Входные сигналы  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_p\}$  сопутствуют работе средства, весовые коэффициенты – значениям эффективностей  $Ef'_{i,m,j}$  средств обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС для Предметных свойств  $Sub_i(Char_m)$ , а пороговое значение равно  $P'$ . На выходе формируются меры  $res'_{i,m}$  по устранению последствий воздействия.

Наличие опасных воздействий для ИКС, описанных матрицей  $ReI$  связи воздействия и обеспечение функций и решаемых задач по назначению ИКС, определяет значения век-

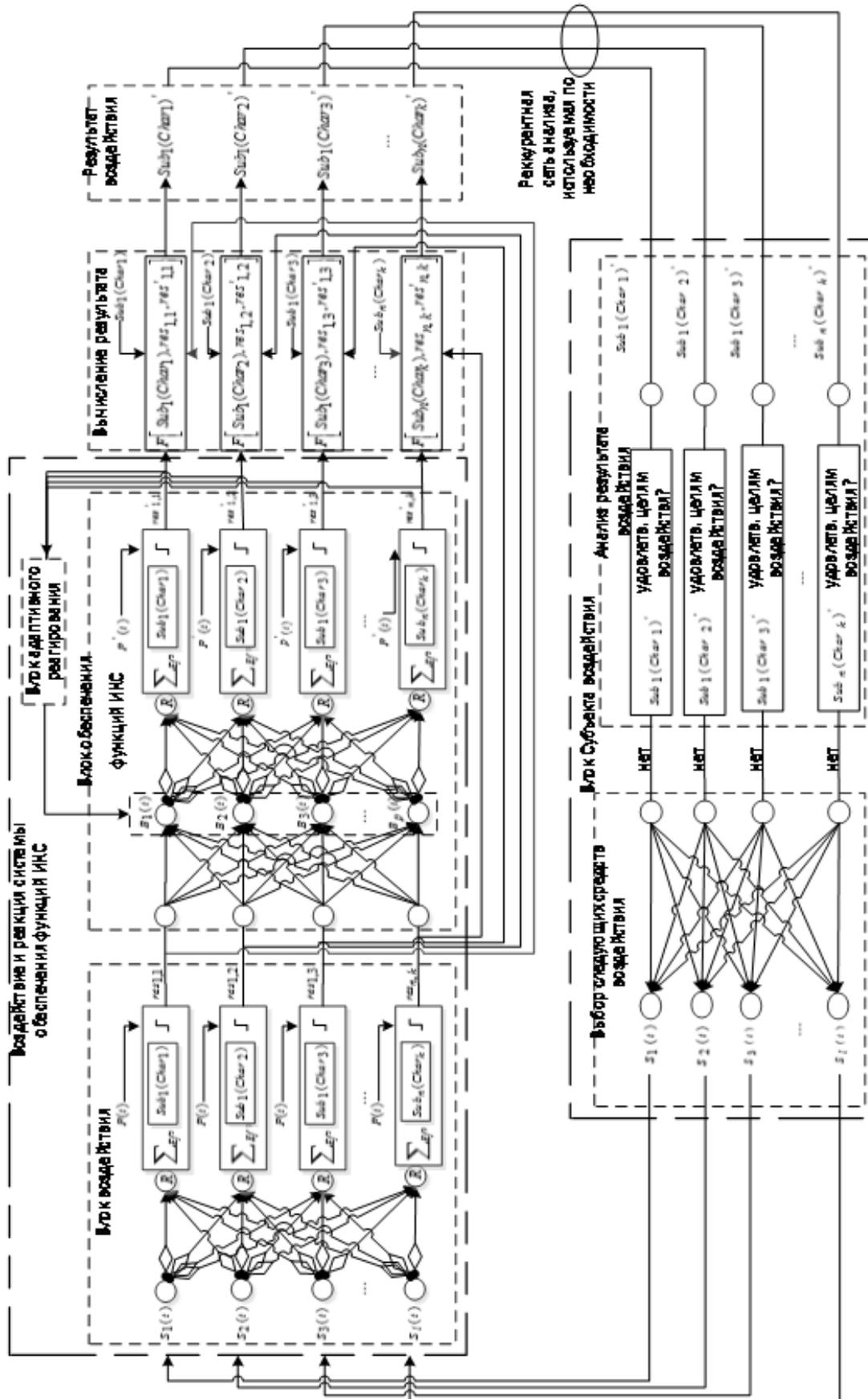


Рис. 3. Модель описания процесса воздействия на ИКС основе рекуррентной нейронной сети

тора. По столбцам матрицы распределены наборы компонент средств воздействия, предназначенные для Предметного свойства, а по строкам – включение или выключение средств обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС. Так, матрица  $Rel = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$  означает, что при воздействии на Предметное свойство  $Sub_1(Char_1)$  включаются средства  $B_1$  и  $B_2$ , а на Предметное свойство  $Sub_1(Char_2)$  – только  $B_2$ . Таким образом, вектор  $OUT_{OIB}$  системы обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС определяется по следующим формулам (4):

$$B = OUT_{OIB} \cdot Rel, \quad NET_{OIB} = B^T \cdot Ef',$$

$$OUT_{OIB} = f'(NET_{OIB}), \quad (4)$$

$$f'(NET_{OIB}) = \begin{cases} res^{i,m}, & \text{если } NET_{OIB} > P' \\ 0, & \text{если } NET_{OIB} < P' \end{cases}$$

Справедливо предполагать использование в системе обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС блока адаптивного реагирования, как показано на рис. 1, 3. Блок адаптивного реагирования несет функцию отслеживания предпосылок к изменениям в состоянии ИКС и приводит в действия средства обеспечения функций и решаемых задач по назначению (с упреждением наступления этих изменений). То есть, на входы данного блока поступают сигналы о потенциально возможных изменениях, а на выходе он формирует сигналы на включение соответствующих средств обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС.

Условия современного функционирования ИКС, в том числе в качестве объектов информатизации, предполагают управление и принятие, при этом, решений оператором (в рамках расширения возможностей блока адаптивного реагирования). Наглядно отследить и корректно управлять регулированием предпосылок к изменениям в состоянии ИКС оператору (администратору ИКС) можно с помощью применения математического аппарата вейвлет-преобразования.

Представим состояние ИКС с помощью функции, которая будет описывать совокупность ее Предметных свойств в некоторый

момент времени – функции состояния. Для этого совокупность всех Предметных свойств ИКС покажем в виде функции свертки последовательности функций, соответствующих Предметным свойствам.

В простом случае, который будем рассматривать в данной статье, функциями Предметных свойств будут являться одиночные прямоугольные импульсы, амплитуда которых зависит от значения соответствующего Предметного свойства, а длительность выбирается постоянной для всех необходимых последующих представлений. Например, состоянию ИКС А (5) будет соответствовать последовательность импульсов, представленная на Рис. 4, а искомая функция состояния  $u(t)$  ИКС А показана на рис. 5.

$$Obj_A = \begin{pmatrix} 1/3 & 0 \\ 2 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

В данном случае, аппроксимируя полученную функцию, можно предполагать, что функцией состояния ИКС в двумерном представлении является одиночный колоколообразный импульс. Подобные функции состояния будут иметь место для ИКС, имеющих не менее трех Предметных свойств, которые могут быть описаны одиночными прямоугольными импульсами.

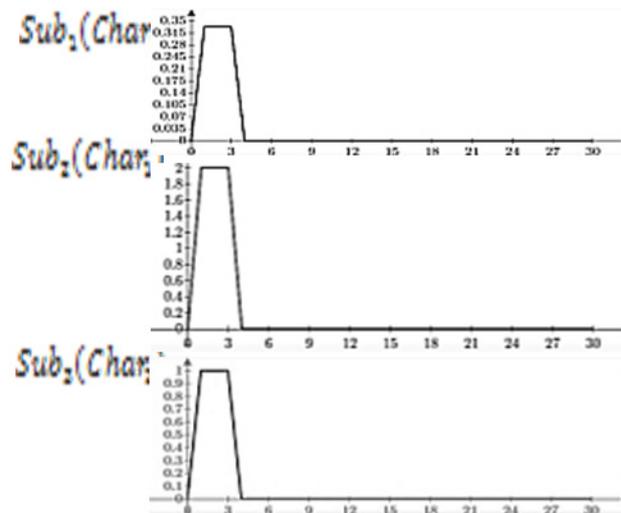


Рис. 4. Функции Предметных свойств ИКС

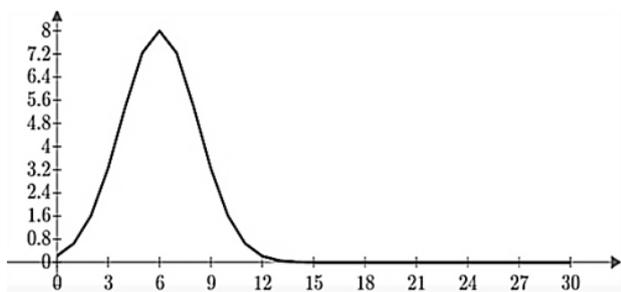


Рис. 5. Функция состояния ИКС

В различные моменты времени процесса воздействия на ИКС, т.к. изменяются Предметные ее свойства, трансформируется ее матрица Предметных свойств, следовательно, функция состояния принимает другой вид. Последовательность принимаемых ИКС состояний находит отражение в изменении функции состояний, имеющих место в соответствующие промежутки времени воздействия.

Так, представим возможность эмпирического перехода ИКС из состояния  $A$  в следующие состояния под действием воздействия на нее, проводимым некоторыми наборами средств воздействий  $S_1, S_2, S_3$ , поэтапно реализуемых злоумышленником (6), (7).

$$\begin{aligned}
 (Obj_A, S_1) &= \begin{pmatrix} 1.5 & 0 \\ 1.3 & 1.3 \\ 0 & 0.7 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = Obj_{A2}, \\
 (Obj_{A2}, S_2) &= \begin{pmatrix} 0.5 & 0 \\ 0 & 1.2 \\ 0 & 2.23 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = Obj_{A3}, \quad (6) \\
 (Obj_{A3}, S_3) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1.2 \\ 0 & 0 \\ 0.6 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = Obj_{A4}. \quad (7)
 \end{aligned}$$

Пусть контроль состоянием ИКС  $A$  проводится через каждые 30 временных промежутков, при условии, что за этот период Субъект успешно проводит очередной этап

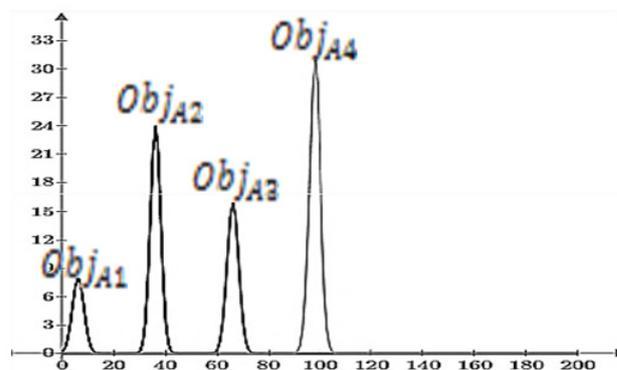


Рис. 6. Динамика изменений функции состояний ИКС под воздействием

воздействия на нее. Тогда можно проследить двумерную динамику функции состояния ИКС  $A$  (рис. 6).

Анализ описанного состояния ИКС наглядно представим с помощью вейвлет-преобразования. Вейвлет-спектр  $S(a, b)$  является функцией двух аргументов: первый аргумент  $a$  (временной масштаб) аналогичен периоду осцилляций, т. е. обратен частоте, а второй,  $b$ , аналогичен смещению сигнала по оси времени. Так, функция  $S(a, b_0)$  характеризует временную зависимость (при  $a = a_0$ ), тогда как зависимости  $S(a, b_0)$  можно поставить в соответствие частотную зависимость (при  $b = b_0$ ). Учитывая тот факт, что исследуемыми сигналами в данной работе являются одиночные импульсы (как функции состояния ИКС), следует отметить, что вейвлет-спектр одиночного импульса длительностью  $\tau$ , сосредоточенного в окрестности точки  $t = t_0$  будет иметь наибольшее значение в окрестности точки с координатами  $a = \tau, b = t_0$  [4].

В данной работе вейвлет-спектр состояния ИКС будет вычисляться с помощью базисного вейвлета «Мексиканская шляпа» (8). Аналитическое представление вейвлет-преобразования будет иметь вид (9).

График двухпараметрического спектра  $WS_{a,b} = S(a, b)$  показан на рис. 7 в виде поверхности в трехмерном пространстве, а на рис. 8 – в виде изоуровней на плоскости.

$$MHAT(t, a, b) = \left( 1 - 2 \left( \frac{t-b}{a} \right)^2 \right) \cdot \exp \left( - \left( \frac{t-b}{a} \right)^2 \right) \quad (8)$$

$$S(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} u(t)MНAT(t,a,b)dt. \quad (9)$$

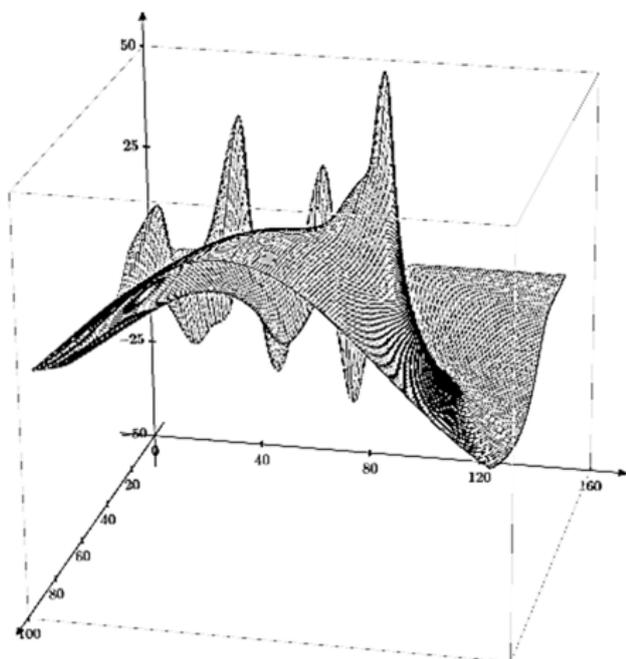


Рис. 7. Вейвлет-спектр изменения состояния ИКС под действием воздействия на нее

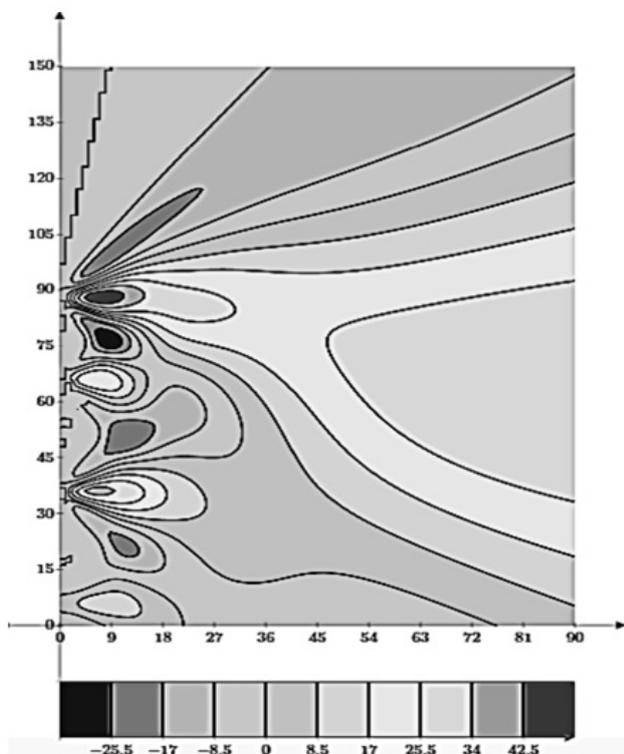


Рис. 8. Представление вейвлет-спектра изменения состояния ИКС под действием воздействия на нее с помощью изоуровней на плоскости

В реальных условиях значения элементов матрицы состояния ИКС являются функциями, отражающими характеристики Предметных свойств. В этом случае сигналы, соответствующие Предметным свойствам, будут иметь более сложный вид, что определит новый тип функции состояния ИКС, а также, возможно, другие приемы получения вейвлет-спектра. Это применимо к анализу воздействия Субъекта, т.е. применяемых злоумышленником средств воздействия, а также к изучению результата изменения состояния ИКС, что является предметом дальнейших исследований.

Построенные графики зависимостей позволяют оператору по принимаемому критерию наглядно определять экстремумы исследуемых функций рассматриваемых процессов и адекватно вмешиваться в регулирование данных процессов.

Результат воздействия на ИКС  $Obj'$  будет определяться функцией, зависящей от совместного результата работы блока воздействия, блока обеспечения функций и решаемых задач по назначению ИКС, блока адаптивного реагирования под управлением оператора, а также начального состояния ИКС:

$$Obj' = F(Obj, OUT_A, OUT_{OИБ}).$$

Функция  $F(x, y, z)$  является функцией результирующего воздействия, отражающей свойства ИКС, способного к изменению в процессе воздействия на него. В общем случае, когда входные сигналы средств воздействия и обеспечение функций и решаемых задач по назначению ИКС и их эффективности зависят от времени, т.е. равны  $S_i(t)$ ,  $Ef_{i,m,j}(t)$ ,  $B_i(t)$ ,  $Ef'_{i,m,j}(t)$ , работа искусственных нейронов зависит от пороговых функций  $P(t)$  и  $P'(t)$ , которые имеют смысл функции распределения проявления результата воздействия.

Субъектом может быть произведен анализ состояния ИКС после воздействия, а также по необходимости проведено последующее воздействие на основе полученных данных, что делает предполагаемую нейронную сеть рекуррентной (рис. 3).

Таким образом, показан возможный подход к исследованию характеристик инфор-

мационных компьютерных систем и управлению ими с помощью нейронных сетей и вейвлет-преобразования, на основе определения связи между модифицированным состоянием ИКС и возможностью динамического анализа воздействий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров И. В., Демьяненко Н. Ю., Хачумов А. О., Ноздрачев С. С. Анализ возможностей и систематизация технических средств, характеризующих построение канала информационно-психологического воздействия // Труды Российской научно-технической конференции: Воронеж, 2009, с 168–174.

2. Гончаров И. В., Демьяненко Н. Ю., Мишина Я. С. Формализация процесса информационно-психологического воздействия // «Вестник» ВГУ, «Системный анализ и информационные технологии», – 2012, № 2. – с. 36–41.

3. Гончаров И. В., Демьяненко Н. Ю., Мишина Я. С. Возможность моделирования процесса информационно-психологического

воздействия с помощью нейронных сетей // XIII Международная научно-методическая конференция «Информатика: проблемы, методология, технологии». Воронеж, 2013.

4. Гончаров И. В., Мишина Я. С. Описание подхода к представлению состояний объектов и субъектов процесса информационно-психологического воздействия с помощью вейвлет-преобразования // Международная научно-практическая конференция «Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы – 2013». ФКОУ ВПО Воронежский институт ФСИН России, 2013.

5. Вялых А. С., Вялых С. А., Сирота А. А. Нейросетевой алгоритм обработки информации для прогнозирования надежности программного обеспечения // Вестник ВГУ «Системный анализ и информационные технологии». – 2013. – № 2. – с. 140–143.

6. Гончаров И. В., Коровин Н. А., Гончаров Н. И. Определение характеристик сигналов в канале побочных электромагнитных излучений компьютерной техники при использовании USB-интерфейса // «Вестник» ВГУ, «Системный анализ и информационные технологии». – 2014, № 1. – с. 52–64.

**Гончаров Игорь Васильевич** – генеральный директор ЗАО «НПО «Инфобезопасность», кандидат технических наук, доцент.  
E-mail: goncharov@infobez.org

**Гончаров Никита Игоревич** – аспирант Воронежского государственного университета.  
E-mail: nikigoncharov@ya.ru

**Паринов Павел Александрович** – аспирант Воронежского государственного университета.  
E-mail: pavelparinov03@gmail.com

**Райков Олег Владимирович** – Федеральная служба по техническому и экспортному контролю

**Goncharov Igor Vasilevich** – General Director of LJSC «IRC «Infosecurity», Candidate of Technical Sciences, associate professor.  
E-mail: goncharov@infobez.org

**Goncharov Nikita Igorevich** – graduate student Voronezh state university.  
E-mail: nikigoncharov@ya.ru

**Parinov Pavel Aleksandrovich** – graduate student Voronezh state university.  
E-mail: pavelparinov03@gmail.com

**Raikov Oleg Vladimirovich** – The Federal Service for Technical and Export Control