

СЕКЦИЯ 15

Приборостроение, контроль и диагностика в технологических процессах, стандартизация

Алексеева Л.Г.

Влияние химического состава чугуна на его механические свойства

Неразрушающий контроль запорной арматуры
методом акустической эмиссии

Белов А.А., Проскуряков А.Ю.

Портативный газоанализатор с беспроводным интерфейсом

Булкин В.В., Беляев В.Е., Кириллов И.Н.

Информационная модель
пассивно-активной эколого-метеорологической
акустолокационной системы

Коноплёв А.Н.

Нахождение наилучшего метода дефаззификации
для производственных задач с непрерывным темпом работы

Лашин А.Е.

Аппарат магнитотерапевтический для бытового использования

Матросова Ю.Н.

Автоматизированная система неразрушающего контроля
свойств изделий из пористых материалов

Мольков Н.П., Усачёв М.В.

Использовании аппарата нечеткой логики
в многоканальной системе виброакустического мониторинга

Рау В.Г., Скворцов К.В., Никитин О.Р.

Учебно-исследовательский программный комплекс
«Компьютерный наноскоп»

Симонова Ю.А., Гоголин И.Е.

Цветодинамический фонтан

Тутынин А.В.

Декларирование соответствия в Российской Федерации

Башарин А.В., Давыдов А.А., Лукьянов И.В.

Выбор оптимальной мощности пневматической
контактной уретеролитотрипсии

Влияние химического состава чугуна на его механические свойства

Цель работы – исследование взаимосвязи между механическими свойствами и химическим составом чугуна СЧ-20 статистическими методами. В данной работе исследовалась возможность замены определения разрушающими методами механических характеристик на неразрушающий статистический метод по химическому составу. Исследованию подвергнута партия плавок чугуна СЧ-20 ГОСТ 1412-85 объемом 128 шт. проб.

Механические характеристики (временное сопротивление при растяжении и твердость) и химический состав проб чугуна СЧ20 исследовались одновременно разрушающими и неразрушающими методами контроля. Временное сопротивление при растяжении σ_{σ} измерялось согласно ГОСТ 27208-87. Измерение твердости по Бринеллю HB осуществлялось по ГОСТ 9012-59.

Исследовались следующие зависимости:

- зависимость между временным сопротивлением при растяжении σ_{σ} чугуна СЧ-20 и содержания кремния Si, углерода C, марганца Mn, хрома Cr;
- зависимость между твердостью HB чугуна СЧ-20 и содержания кремния Si, углерода C, марганца Mn, хрома Cr.

По полученным данным механических характеристик и химического состава производилась статистическая обработка результатов измерений по следующим этапам.

1. Проверка однородности базовой выборки временного сопротивления и твердости по критерию однородности χ^2_k . Расчетный критерий однородности для обеих механических характеристик получился меньше критического критерия однородности ($\chi^2_p < \chi^2_k$), поэтому гипотеза об однородности выборки принимается.

2. Проверка согласия опытного распределения с теоретическим. Наиболее часто проверяется предположение о нормальности распределения генеральной совокупности, поскольку большинство статистических процедур ориентировано на выборки, полученные из нормально распределенной генеральной совокупности. Для оценки соответствия имеющихся экспериментальных данных механических характеристик чугуна СЧ-20 нормальному закону распределения построены гистограммы распределения, которые соответствуют нормальному распределению. На основании полученных гистограмм можно сделать вывод, что распределение опытных значений временного сопротивления при растяжении и твердости согласуется с теоретическим.

3. Построение корреляционных зависимостей и расчет коэффициентов парной корреляции. Вывод уравнений регрессии.

Расчет уравнений регрессии для всех зависимостей проводился в следующей последовательности.

1. Определение значения коэффициента парной корреляции для скорости акустической волны C_i и всех определяемых характеристик и по сравнению полученного значения с критическим значением коэффициента парной корреляции r_k с установленной вероятностью $P = 0,95$ делается вывод о значимости связи между этими характеристиками.

2. Расчет коэффициентов в уравнениях регрессии.

3. Определение достоверности коэффициентов в уравнениях регрессии по значению критерия Стьюдента t_p . Определяется критическое значения критерия Стьюдента t_k при установленной вероятности $P = 0,95$ и сравнивается с расчетным критерием.

4. Проверка адекватности полученного уравнения регрессии сравнения расчетного значения критерия Фишера и сравнения с табличным значением критерия Фишера F_k при установленной вероятности $P = 0,95$; полученное уравнение регрессии является адекватным, если условие $F_p > F_k$ выполняется. Согласно полученных результатов, по химическому составу можно контролировать следующие механических характеристик чугуна СЧ-20.

1. Твердость HB по марганцу Mn: $HB = 43,255Mn + 132,86$.

Полученные в данном уравнении коэффициенты являются достоверными, так как $t_p = 3,682 > t_k = 1,979$, а само уравнение является адекватным, так как $F_p = 6,779 > F_k = 3,09$.

2. Временное сопротивление при растяжении σ_{σ} по хрому Cr: $\sigma_{\sigma} = 71,26Cr + 12,659$.

Полученные в данном уравнении коэффициенты являются достоверными, так как $t_p = 3,363 > t_k = 1,979$, а само уравнение является адекватным, так как $F_p = 5,655 > F_k = 3,09$.

3. Твердость HB по хрому Cr: $HB = 361,6Cr + 135,7$.

Полученные в данном уравнении коэффициенты являются достоверными, так как $t_p = 2,861 > t_k = 1,979$, а само уравнение является адекватным, так как $F_p = 4,093 > F_k = 3,09$.

Остальные полученные уравнения зависимостей механических характеристик от химического состава не является адекватным, так как $F_p < F_k$, и в этих уравнениях коэффициенты являются недостоверными, так как $t_p < t_k$, поэтому их применение не представляется возможным.

Таким образом, на основе приведенных исследований можно сделать вывод, что контроль временного сопротивления при растяжении возможен только по хрому, а твердости – по марганцу и хрому.

Неразрушающий контроль запорной арматуры методом акустической эмиссии

В данной работе рассмотрен контроль запорной арматуры Ду-150 на прочность и герметичность. В условиях массового производства задвижек, которые эксплуатируются под давлением, то есть в напряженном состоянии, предложен комплексный неразрушающий контроль: гидравлический метод течеискания в сочетании с методом акустической эмиссии (АЭ). Задвижка Ду-150 опрессовывается давлением на испытательном гидравлическом стенде. Одновременно с этим к поверхности контролируемой задвижки присоединяют пьезопреобразователи прибора акустической эмиссии АФ-15 [1], [2].

АЭ-контроль технического состояния обследуемых объектов проводится только при создании в конструкции напряженного состояния, инициирующего в материале объекта работу источников АЭ. Для этого объект подвергается нагружению силой, давлением. В отличие от сканирующих методов неразрушающего контроля метод АЭ не требует тщательной подготовки поверхности объекта контроля. Следовательно, выполнение контроля и его результаты не зависят от состояния поверхности и качества ее обработки. Интегральность метода АЭ, которая заключается в том, что, используя один или несколько датчиков, установленных неподвижно на поверхности объекта, можно проконтролировать весь объект целиком (стоцентный контроль).

Испытанию комплексным методом подвергались 37 задвижек ДУ-150, гидравлическим методом было забраковано 4 задвижки, методом АЭ забраковано 9 задвижек. Задвижки, забракованные методом АЭ, были подвергнуты дальнейшему гидравлическому испытанию с незначительным увеличением давления (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытания задвижек, забракованных методом АЭ

№ задвижки	Давление, МПа								
	2,5			2,7			2,9		
	Амплитуда	Количество импульсов	Герметичность	Амплитуда	Количество импульсов	Герметичность	Амплитуда	Количество импульсов	Герметичность
4	00-70	000-705	годен	00-85	000-806	годен	00-90-10	000-906 -12	брак
17	00-79-12	000-851-013	годен	00-95-03	000-907-006	брак	–	–	–
28	00-87-10	000-934-009	брак	–	–	–	–	–	–
30	00-71	000-899	годен	00-82-10	000-992-023	брак	–	–	–
31	00-68	000-608	годен	00-83--	000-762	годен	00-95-05	000-894-007	брак

Результаты комплексных испытаний показали, что использование метода АЭ значительно повышает контроль качества задвижки на прочность и герметичность.

Традиционные методы неразрушающего контроля обнаруживают геометрические неоднородности путем излучения в исследуемую структуру некоторой формы энергии. Акустическая эмиссия использует другой подход. Во-первых, источником сигнала служит сам материал, а не внешний

источник, то есть метод АЭ является пассивным. Во-вторых, в отличие от других методов, метод АЭ обнаруживает движение дефекта, а не статические неоднородности, связанные с наличием дефектов, то есть метод акустической эмиссии обнаруживает развивающиеся, а потому наиболее опасные дефекты.

Литература

1. Ермолов, И.Н. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля: практ. пособие / И.Н. Ермолов, Н.П.Алёшин, А.П. Потапов; под ред. В.В. Сухорукова.— М.: Высш. шк., 2007.— 283с.: ил.
2. Неразрушающий контроль: справ. В 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева.
3. Ермолов, И.Н. Ультразвуковой контроль.— 2-е изд., испр. / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге.— М.: Машиностроение, 2006.— 864 с.: ил

Портативный газоанализатор с беспроводным интерфейсом

При работе на специальных объектах, в которых имеет место недостаточная вентиляция воздуха (канализационные колодцы, коллекторы), велика вероятность отравления персонала накопившимися токсичными газами: сероводородом, метаном, аммиаком и другими. Для решения задачи оперативного детектирования токсичных и взрывоопасных газов был разработан портативный газоанализатор с беспроводным интерфейсом. В состав портативного газоанализатора входят два модуля, первый из которых отвечает за сбор информации о наличии в среде токсичных и взрывоопасных веществ и включает в себя один многокомпонентный или несколько чувствительных к определенному типу газа датчиков, а второй модуль предназначен для управления газоанализатором и индикации результатов измерения. В качестве второго модуля выступает любое переносное мобильное устройство типа сотовый телефон, смартфон, коммуникатор или ноутбук с установленным программным приложением, обеспечивающим управление модуля сбора, индикацию концентрации газа и оповещение о превышении допустимых норм.

Основными структурными блоками портативного газоанализатора с беспроводным интерфейсом для оперативного детектирования и оповещения о токсичных и взрывоопасных веществах в составе воздуха на специальных объектах, приведенного на рис. 1, являются выносной модуль сбора данных о концентрации токсичных и взрывоопасных веществ (модуль А) и модуль управления-индикации (модуль Б).

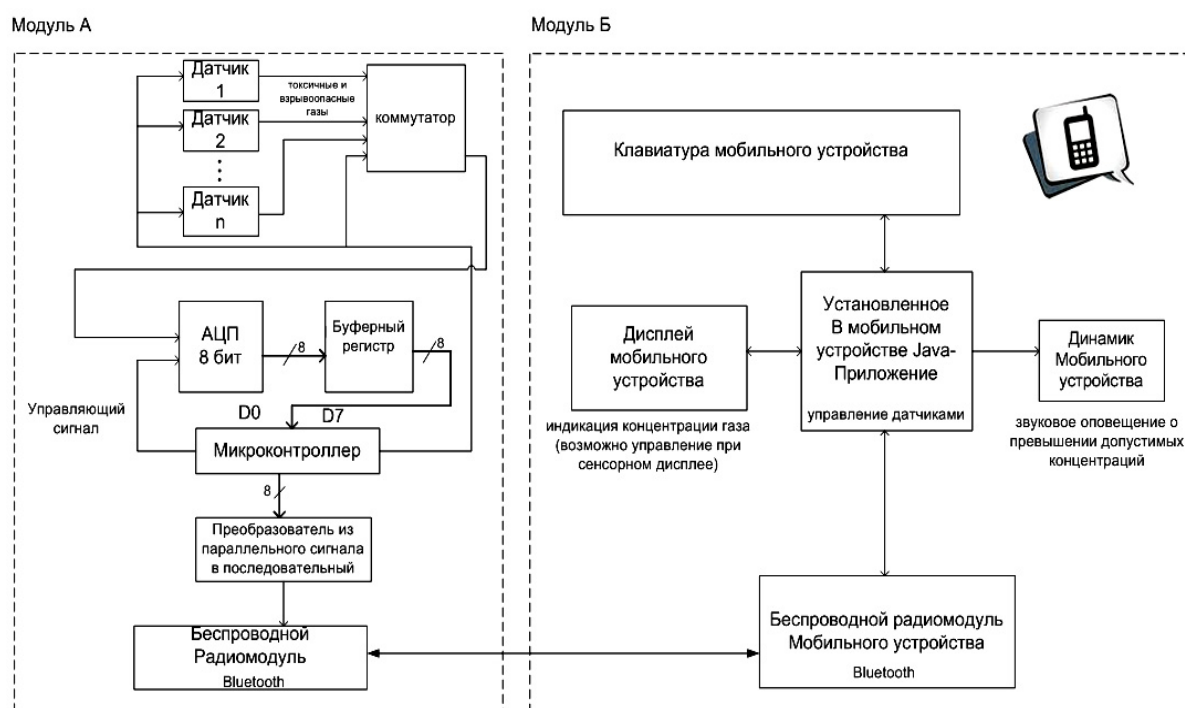


Рис. 1. Структурное решение портативного газоанализатора

В модуль А входит микроконтроллер, который обеспечивает прием управляющих сигналов от модуля Б, управляет сбором данных от датчиков токсичных и взрывоопасных веществ и преобразует данные о концентрациях к формату, пригодному для передачи по радиоканалу.

В модуле А используются два датчика. Датчик метана (CH_4) на основе сенсора типа tgs2611 и датчик сероводорода (H_2S) на основе сенсора типа tgs 825. Ввиду гибкости системы и развития технологий, тип сенсора и количество датчиков могут быть изменены и оптимизированы. Коммутатор подключает два канала с датчиков к восьмиразрядному АЦП. Информация с АЦП через буферный регистр попадает во внутреннюю память микроконтроллера. В соответствии с выбранным протоколом беспроводной передачи информации, осуществляется преобразование данных о концентрациях в необходимый формат. К качеству интерфейса подключения модуля А применяется приемопередатчик Bluetooth. По протоколу Bluetooth данные передаются последовательно, поэтому для преобразования параллельного кода, несущего информацию о концентрации газа, в последовательный используется сдвиговый регистр. Питание выносного модуля А обеспечивается батареями типа ААА.

В качестве модуля Б выступает любое мобильное персональное устройство типа сотовый телефон, смартфон, коммуникатор или карманный персональный компьютер, оснащенное Bluetooth радиомодулем и поддерживающее платформу Java ME (Java Platform, Micro Edition). На устройство устанавливается Java ME приложение, которое позволяет управлять модулем А, выбирать тип газа и выводить на дисплей уровень концентрации газа, а также оповещать звуковым сигналом встроенного динамика персонального мобильного устройства о превышении допустимой концентрации.

По результатам разработки получен патент на полезную модель по заявке № 20111159/09 (023707).

В.В. Булкин
В.Е. Беляев
И.Н. Кириллов

Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
e-mail: lwb@mivlgu.ru

Информационная модель пассивно-активной эколого-метеорологической акустолокационной системы

В докладе рассматривается модель пассивно-активной акустолокационной системы, обеспечивающей непрерывный мониторинг локальной урбанизированной территории.

Система строится на совмещении двух видов информации: экологической, характеризующей саму шумовую обстановку, и метеорологической, позволяющей прогнозировать возможность и направление распространение шума.

Экологическая информация представляет собой данные о характере шума в конкретной локальной зоне города. Получение информации обеспечивается пассивным каналом, реализованным на принципе приема, усиления и соответствующей обработки акустического сигнала.

Метеорологическая информация представляет собой данные о скорости и направлении ветра, а также об интенсивности осадков (при их наличии). Получение информации обеспечивается активным каналом, реализованным на принципе активной локации, то есть излучении зондирующего сигнала, приеме сигнала отраженного и соответствующей его обработке.

Функциональная схема устройства изображена на рис. 1.

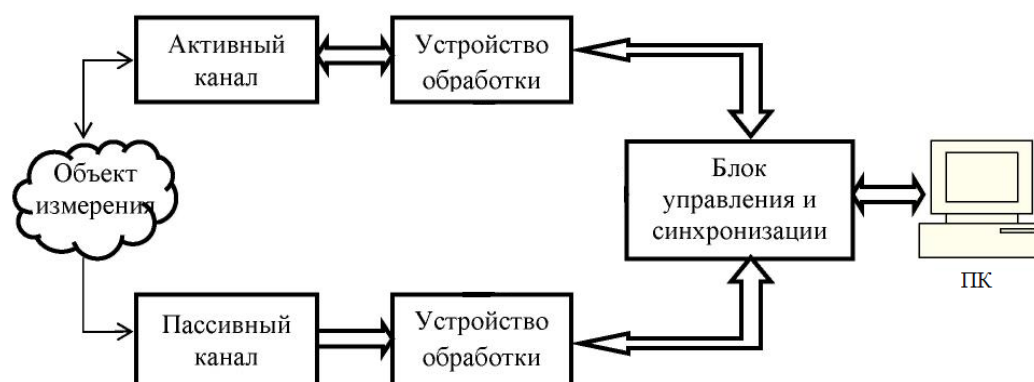


Рис. 1. Функциональная схема пассивно-активной системы

Управление работой всей системы, синхронизация работы активного канала, управление режимами работы пассивного канала и т. п. осуществляет блок управления и синхронизации. Окончательная обработка и визуализация реальной и прогнозной составляющих обеспечивается персональным компьютером (ПК).

Пассивный канал состоит из приемника акустического сигнала, усилителя и блока предварительной обработки. Предварительная обработка может вводиться при решении различных задач, например, при коррекции амплитудно-частотной характеристики с целью учета субъективных факторов восприятия шума (шкала измерения дБА).

В качестве приемника используется антенна, образованная микрофоном или блоком микрофонов. Обязательными требованиями являются круговая диаграмма направленности и эффективное восприятие низкочастотных (единицы герц) колебаний. Усилитель звуковой частоты должен иметь равномерную амплитудно-частотную характеристику при хорошем динамическом диапазоне.

Активный канал строится по схеме многопозиционного акустолокатора (АЛС).

С целью исключения взаимного влияния рабочие диапазоны каналов не совпадают: пассивный канал оперирует частотами звукового диапазона (10 ... 20000 Гц), а активный канал работает в ультразвуковом диапазоне (30 ... 150 кГц).

Анализ системы как модели контрольно-диагностического комплекса, в общем виде позволяет оперировать тремя группами параметров: G – вектор параметров обстановки, $G = \{a_1, a_2, a_3\}$; I – вектор информационных параметров, $I = \{b_1, b_2, b_3\}$; E – вектор мешающих (неинформативных) параметров, $E = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_v\}$.

Выходной эффект притмника пассивной части может быть записан в виде

$$Y_n = \Phi_1(\vec{I}_n, \vec{G}_n, \vec{E}_n, t) + \xi_t,$$

где $\Phi_1(\vec{I}_n, \vec{G}_n, \vec{E}_n, t)$ – сигнал, пропорциональный средней мощности принятого сигнала; ξ – мешающий шум; t – время.

Основные параметры, к которым с учетом значимых обобщенных характеристик аппаратуры могут быть отнесены мощность принятого сигнала, спектральные характеристики шума, мощность принятого сигнала, оперативное время, обобщенный коэффициент преобразования усилителя, координаты и т. п., могут быть распределены по следующим векторам: вектор информативных параметров $\vec{I}_n$, вектор параметров обстановки $\vec{G}_n$, вектор внутренних параметров обстановки $\vec{G}_{ne}$.

К неинформативным параметрам могут быть отнесены сигналы помехи, обусловленные электрическими разрядами в грозовых облаках, акустическими шумами, обусловленными влиянием ветра на элементы конструкции системы, влиянием радиоизлучения, птицами, естественными колебаниями температуры, осадками и т. д.

Выходной сигнал акустолокатора можно записать в виде

$$Y_a = \Phi_2(\vec{I}_a, \vec{G}_a, \vec{E}_a, t) + \xi_t,$$

где $\Phi_2(\vec{I}_a, \vec{G}_a, \vec{E}_a, t)$ – сигнал, пропорциональный среднему значению амплитуды P_r принимаемого сигнала; ξ – мешающий акустический шум.

В соответствии с аналогичной логикой, основные параметры, такие как мощность излучаемого сигнала, ширина диаграммы направленности антенны, коэффициент усиления антенной системы, обобщенный коэффициент преобразования канала, помеховые сигналы и т. п., могут быть классифицированы по следующим: вектор информативных параметров $\vec{I}_a$, вектор параметров обстановки $\vec{G}_a$, вектор неинформативных (мешающих) параметров $\vec{E}_a$, вектор внутренних параметров обстановки $\vec{G}_e$.

К вектору неинформативных параметров в большинстве случаев относятся внешние акустические шумы естественного или техногенного происхождения.

Исходя из полученных данных и электронных карт местности, с учетом реальной розы ветров и скорости ветра, осуществляется прогнозирование уровня акустошумовой угрозы определенным участкам местности, например, жилым районам города.

Нахождение наилучшего метода дефаззификации для производственных задач с непрерывным темпом работы

Дефаззификация – процедура преобразования функции принадлежности в точное числовое значение. При обсуждении разработанных нечетких систем [1] процесс дефаззификации не так подробно рассматривается, как остальные части системы. Это связано с тем, что разработчики нечетких систем для реализации блока дефаззификации используют различные методы, причем каждый метод будет наилучшим (оптимальным) только для определенной задачи.

На данный момент нет достаточно общей классификации методов преобразования функции принадлежности для операции дифузификации. Самые основные методы приведены в указанных работах [2], [3]. Чтобы описать классификацию методов наиболее полно необходимо сгруппировать на основе используемого метода. Группа будет состоять из базового (основного) метода и различных дополнений или изменения методов, которые дополняют базовый метод.

1. Группа методов основана на методе центра тяжести (COG – center of gravity) и определяется по следующей формуле (1):

$$y_0 = \frac{\int_{\underline{y}}^{\overline{y}} y \times B'(y) dy}{\int_{\underline{y}}^{\overline{y}} B'(y) dy} \quad (1)$$

где y_0 – выходная переменная;

$B(y)$ – входная функция принадлежности.

Физическим аналогом формулы (1) является нахождение центра тяжести плоской фигуры, ограниченной осями координат и графиком функции принадлежности нечеткого множества.

Наиболее известными методами, основой которых является метод центра тяжести, являются MeOM (mean of maxima), BADD (basic defuzzification distributions), GLSD (generalized level set defuzzification), SLIDE (semi-linear defuzzification), ICOG(indexed center of gravity).

2. Группа методов основана на методе среднего максимума (MOM – middle of maximum) и определяется по следующей формуле (2); в методе среднего максимума находится среднее арифметическое элементов универсального множества, которые имеют максимальную степень принадлежности.

$$y_0 = \frac{\int_G y dy}{\int_G dy}, \quad (2)$$

где G – множество всех элементов имеющих максимальную степень принадлежности нечеткому множеству.

Улучшают этот метод следующие методы: метод FOM (first of maximum), где выходное значение y_0 принадлежит наименьшему максимизирующему элементу, а также методы LOM (last of maximum), где четкое значение переменной вывода находится как максимальное значение, при котором достигается максимум итогового нечеткого множества, и RCOM (random choice of maximum), где четкое значение выбирается произвольно среди множества элементов достигших максимума функции.

3. Группа методов основанная на методе центра области COA (center of area), определяется по формуле (3).

$$y_0 = \frac{\sum_{k=1}^N B'(y) \times y^k}{\sum_{k=1}^N B'(y)} \quad (3)$$

где y^k – точка, в которой функция принимает максимальное значение, то есть является центром нечеткого множества.

Геометрической интерпретацией метода является нахождение такой точки на оси абсцисс, что перпендикуляр, восстановленный в этой точке, делит площадь под кривой функции на две равные части. Также к этой группе методов можно отнести метод дефаззификации по сумме центров COS (center of sums).

В работе разработана система поддержки принятия решений, которая на основе вводимых лицом принимающим решения критериев определяет оптимальный метод дефаззификации для производственных задач с непрерывным темпом работы.

Таким образом, проведенные исследования по нахождению наилучшего метода дефаззификации для производственных задач с непрерывным темпом работы показали, что наилучшим методом дефаззификации, является первая группа методов, а именно метод центра тяжести.

Литература

1. Cox, E. The Fuzzy Systems Handbook / E. Cox.– Boston: Academic Press Professional, 1994.
2. Zimmermann, H.-J. Fuzzy Set Theory and its Applications.– 3rd ed.– / H.-J. Zimmermann.– Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.– 435 p.
3. Асаи, К. Прикладные нечеткие системы: пер. с япон. / К. Асаи [и др.]– М.: Мир, 1993.– 368 с.

Аппарат магнитотерапевтический для бытового использования

В докладе рассматривается бытовой магнитотерапевтический прибор. Терапевтическое воздействие производится при помощи переменного магнитного поля, работающего на частотах, соответствующих альфа-, бета-, и тета-ритмам головного мозга человека. Прибор имеет четыре излучающие катушки, которые создают бегущее импульсное магнитное поле (БИМП), возникающее за счет поступающих в катушки частотных импульсов, генерируемых прибором.

Генерация может происходить в частотном диапазоне от двух до 100 Гц. Если введено значение частоты генерации, которое не является лечебным (менее двух, более 100 Гц), то на дисплее высветится ошибка.

Прибор размещен в прямоугольном корпусе малых габаритов, изготовленном из АБС-пластика. На лицевой панели прибора размещается двенадцати-кнопочная клавиатура, десять кнопок которой предназначены для задания частоты работы прибора, две оставшиеся кнопки называются «Сброс» и «Пуск». Кнопка «Сброс» предназначена для прекращения генерации сигнала, а при нажатии на кнопку «Пуск» прибор начинает генерировать заданное ранее с клавиатуры значение частоты генерации. Над клавиатурой располагается индикатор, отображающий заданное значение импульсной активности. На задней панели прибора расположены разъем для подключения к нему излучающих катушек и кнопка включения питания.



Четыре излучающие катушки, создающие БИМП, расположены в плоских коробах круглой формы и соединены между собой плоским кабелем, который подключается к разъему генератора. При воздействии строго ритмичного БИМП на больные органы и ткани происходит восстановление электромагнитных параметров клеток, что в свою очередь приводит к выздоровлению.

Для определения оптимальных параметров излучения катушек проведено экспериментальное исследование уровня излучения прибора [1]. В результате исследований были получены следующие результаты:

- индуктивность в точке контакта с излучающим элементом – 25 мТл;
- индуктивность на расстоянии 50 мм от излучающего элемента – 15 мТл;
- индуктивность на расстоянии 100 мм от излучающего элемента – 11 мТл;
- индуктивность на расстоянии 200 мм от излучающего элемента – 7 мТл;
- индуктивность на расстоянии 500 мм от излучающего элемента – 3 мТл.

Литература

1. Лашин, А.Е. Экспериментальная проверка выходных параметров прибора бытового магнитотерапевтического / А.Е. Лашин // Научный потенциал молодежи – будущее России [Электронный ресурс]: III Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. III Всероссийской молодежной науч. конф. (Муром, 22 апр. 2011 г.). – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2011. – С. 456.

Автоматизированная система неразрушающего контроля свойств изделий из пористых материалов

В машиностроении при контроле качества изделий используют неразрушающие методы контроля, одним из которых является газодинамический метод, основанный на течении газа через контролируемый материал. Данный метод позволяет проконтролировать параметры пористости материалов, которые определяют их физико-механические свойства [1]. К пористым материалам относятся керамика, металлокерамика, сложные керамические системы, пластмасса и т. д.

Исходными уравнениями являются уравнение Дарси, Фика для стационарного и нестационарного потоков, Лейбензона.

Для реализации данного способа разработано экспериментальное устройство автоматизированного неразрушающего контроля коэффициентов пористости, проницаемости, фильтрации, диффузии, растворимости газа при прохождении через контролируемый материал (рис. 1).

Для автоматизации процесса определения параметров пористости изделий разработана автоматизированная система измерения пористости материалов (рис. 2).



Рис. 1. Устройство измерения пористости материалов



Рис. 2. Автоматизированная система измерения пористости материалов
(подсоединение кабелей не показано)

Система включает в себя следующие функциональные блоки:

- 1) интерфейс с ПЭВМ;
- 2) подсистема управления вакуумными клапанами;
- 3) подсистема ввода данных;
- 4) подсистема управления частотным приводом вакуумного насоса;
- 5) подсистема электропитания.

Функция и реализация отдельных блоков.

1. Интерфейс с ПЭВМ

Выполнен на базе блока ОВЕН АС-4. Обеспечивает передачу команд управления от ПК к блокам. Схема включения – типовая.

2. Подсистема управления вакуумными клапанами

Выполнена на базе блоков ОВЕН МУ-110-8Р. Каждый релейный вывод обеспечивает открытие клапана, то есть одновременно может идти управление шестнадцатью клапанами. Функционально клапаны разделены на группу откачки и группу напуска.

3. Подсистема ввода данных

Выполнена на базе модуля ОВЕН МВ-110-8АС. Обеспечивает прием аналоговых сигналов от датчиков вакуума Autonics. Выходной сигнал датчика – напряжение 0 – 10 В.

4. Подсистема управления частотным приводом вакуумного насоса

Выполнена на базе модуля ОВЕН МК110-4ДН.4Р. Обеспечивает управление частотным преобразователем ВЕСПЕР. При этом релейные выходы модуля подключены к входам «Пуск», «Стоп» частотного преобразователя, а дискретные входы – для обработки нажатия кнопок пользователя «Старт», «Стоп», «Аварийная остановка» и приема дискретного сигнала «Авария» от частотного преобразователя.

5. Подсистема электропитания

Обеспечивает электропитание модулей, клапанов и датчиков давления. Выполнена на модулях ОВЕН БП30Б-ДЗ. В целях снижения влияния на результаты измерений по цепи питания в состав стенда включены три блока питания, один из которых питает только датчики давления, а два прочих – остальные потребители. Дополнительно шум питания снижается блоком сетевого фильтра ОВЕН БСФ – ДЗ.

Таким образом, разработанная система позволяет проводить контроль параметров пористости, а затем и физико-механических свойств изделий.

Литература

1. Пат. 2305828 Российская Федерация, МКИ³ G01N15/08. Способ определения параметров пористости материалов [Текст] / Житников Ю.З., Иванов А.Н., Матросова Ю.Н. [и др.]; ГОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева». – № 2006112376/28; заявл. 13. 04. 2006; опубл. 10. 09. 2007, Бюл. № 25.

Н.П. Мольков

М.В. Усачёв

Муромский институт Владимирского государственного университета

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23

e-mail: mnpvl@mail.ru

Использование аппарата нечеткой логики в многоканальной системе виброакустического мониторинга

Виброакустический мониторинг является одним из перспективных направлений по локализации и предотвращения дефектов нагруженных деталей машин [1]. Особенно актуален виброакустический мониторинг в случаях, когда эксплуатация машин и систем связана с безопасностью обслуживающего персонала или конечного пользователя.

Процесс мониторинга сильно осложняется при увеличении числа контролируемых каналов, так как это ведет к пропорциональному увеличению вычислительных мощностей.

Детальное исследование, диагностика, локализация неисправности по виброакустическому сигналу является не простой задачей [2], требующей большого объема вычислений, особенно когда число контролируемых каналов велико. В большинстве случаев в процессе эксплуатации системы достаточно определить сам факт приближения недопустимых изменений и своевременно прекратить эксплуатацию неисправного узла. Требования к вычислительной мощности значительно возрастают при увеличении числа каналов. Однако в большинстве практических случаев нет необходимости вычислять абсолютные значения параметров отклонения контролируемых параметров от нормы, а достаточно лишь определить момент перехода порога. Для определения момента превышения допустимого порога и принятия решения хорошо подходит аппарат нечеткой логики, объем вычислений необходимый в этом случае сильно уменьшается и становится доступен для современных микроконтроллеров. Это открывает новые возможности в разработке современных устройств, для виброакустического мониторинга за счет интеграции устройства обработки и измерительного датчика. При этом повышается надежность и расширяется область применения.

Применение аппарата нечеткой логики может позволить значительно увеличить число контролируемых каналов и получить результаты, недостижимые для традиционных методов без больших вычислительных затрат.

Литература

1. ГОСТ ИСО 10816-3-99. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях.
2. Балицкий, Ф.Я. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов / Ф.Я. Балицкий, М.А. Иванова, А.Г. Соколова. – М.: Наука, 1984. – 120 с.

В.Г. Рау
К.В. Скворцов
О.Р. Никитин
Владимирский государственный университет
600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87
e-mail: k-skv@yandex.ru

Учебно-исследовательский программный комплекс «Компьютерный наноскоп»

Как отмечают многие исследователи, бурно развивающаяся область нанотехнологии и нанонауки требует соответствующей подготовки специалистов для производства и проведения научных исследований. Сочетание этих двух требований ранее не было таким необходимым, и в основном развитие производства проходило в стороне от рождающихся научных идей. Именно поэтому в наше время актуально как в вузах, так и на производстве создание специальных центров с интегрированным подходом к процессу обучения. Целью создания учебно-исследовательского комплекса «Компьютерный наноскоп» явилась потребность производителей новых материалов в специалистах, готовых к творческой деятельности на основе научных знаний.

Работа начата в рамках подготовки целевой федеральной образовательной программы ВлГУ в области создания современного производства наноструктурированных материалов. Конкретный модуль: Образовательная программа «Наноструктурный анализ» предназначена для обучения студентов и магистрантов с целью формирования профессиональных компетенций в области производства наноструктурированных материалов.

Учебный комплекс разрабатывался параллельно проводимым исследованиям наноструктур, их моделированием и компьютерным проектированием наносхем в рамках соответствующих грантов РФФИ и началом экспериментальных исследований в области нанотехнологий благодаря освоению в университете нового научного оборудования. Основной целью исследований является участие в создании еще далекого от завершения научного направления «наноструктурного анализа». Создан многофункциональный научно-исследовательский комплекс программ изучения наноструктур, содержащий

- современный электронный образовательный ресурс («Кембриджский банк структурных данных» [1], «www -МИНКРИСТ» [2] и др.);
- виртуальный лабораторный практикум по нанотехнологическим специальностям в вузе;
- платформу для компьютерных моделей, алгоритмов и визуализаторов;
- демонстрационная площадка результатов научно-исследовательских работ.

В учебном процессе находит применение весь комплекс научных исследований, базирующийся на семи различных программах, конкретный перечень которых представлен в лабораторном практикуме для студентов и магистрантов по следующим темам:

1. Построение 3D-молекул и их упаковок (на основе Кембриджского банка структур)
2. Расчет и визуализация 3D-разбиения пространства структуры на атомарные области Дирихле
3. Построение молекулярного домена Дирихле. Определение координации молекулы другими молекулами. Расчет графа соседства.
4. Построение нанокластера первого, второго и последующих этапов послойного роста с определением магических чисел и закона роста
5. Анализ поверхностных связей и симметрии кластера
6. Рост поликристаллов на наноуровне
7. Исследование симметрии гетерослоев и дискретных деформационных преобразований в модельных структурах

Накоплен трехлетний опыт практической апробации комплекса не только при подготовке студентов по указанным специальностям, но и при чтении дисциплин «Основы естествознания», «Физика и естествознание», «Теоретическая и общая физика», «Кристаллография», «Физическая химия», «Квантовая радиофизика» и др.

Практическое применение в радиофизике получили проекты создания фрактальных наноантенн [3], [4].

Разрабатываемые методы моделирования нанообъектов являются новыми и прямых аналогов не имеют.

Литература

1. Cambridge Structural Database System. Version 5.29. Cambridge Crystallographic Data Centre, 2010.
2. <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/>
3. Никитин, О.Р. Моделирование фрактальных структур, антенн и излучателей для нанотехнологий / О.Р. Никитин [и др.] // Известия Института инженерной физики.– Серпухов, 2010.– №1 (15).– С. 61.
4. Скворцов, К.В. Моделирование сборки фрактальных наноструктур для управляемых приемно – передающих устройств, К.В. Скворцов [и др.] // Известия Института инженерной физики.– Серпухов, 2011.

Ю.А. Симонова

И.Е. Гоголин

*Ковровская государственная технологическая академия
601910 г. Ковров, Владимирской обл., ул. Маяковского, д. 19*

e-mail: karekt@kc.ru

e-mail: kainter@kc.ru

Цветодинамический фонтан

Задача заключается в разработке цветодинамического фонтана на смену устаревшего на территории Ковровской государственной технологической академии (КГТА).

Фонтан представляет собой современно-программно-аппаратный комплекс с применением микропроцессорных контроллеров, промышленного ПК и частотных преобразователей.

Программным и аппаратным обеспечением фонтана предусматривается поддержка всех необходимых функций фонтана в автоматическом режиме, а именно:

- режимное включение / отключение насосов по времени суток;
- режимное включение / отключение освещения по времени суток;
- автоматический выбор режима работы по времени суток (дежурный / основной);
- автоматический контроль уровня воды в чаше фонтана;
- защита насосов и прожекторов от работы без воды;
- автоматическое включение/отключение и подбор музыкальных композиций;
- автоматический анализ музыки и управление водяными картинами фонтана, подсветкой;
- низковольтное освещение в чаше фонтана трехцветными подводными прожекторами с питанием от импульсных источников питания с микропроцессорным сетевым управлением;
- защита всех питающих цепей от КЗ и перегрузки.
- фильтрацию циркуляционной воды с автоматической обратной промывкой фильтровального бака.
- автоматическое восстановление работоспособности программно-аппаратных средств после сбоев и отключений питающей сети.

Литература

1. Спышнов, П.А. Фонтаны: описание, конструкции, расчет / П.А. Спышнов.– М.: Гос. изд-во архитектуры и градостроительства, 1950.
2. Киселёв, П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселёв.– М.: Энергия, 1972.

Декларирование соответствия в Российской Федерации

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ, в Российской Федерации обязательное подтверждение соответствия продукции осуществляется в двух формах: обязательная сертификация и декларирование соответствия [1]. Основные формы подтверждения соответствия на территории Российской Федерации приведены на рис. 1.



Рис. 1. Основные формы подтверждения соответствия на территории Российской Федерации

Перечень продукции, обязательное подтверждение соответствия которой осуществляется в форме декларирования соответствия, устанавливается соответствующим техническим регламентом либо (при отсутствии технического регламента) Правительством Российской Федерации.

Декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов. Без нее продукция, указанная в «Едином перечне продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии», не может быть выпущена в обращение на территории Российской Федерации.

Согласно закону «О техническом регулировании», принять декларацию о соответствии могут «зарегистрированное в соответствии с законодательством Российской Федерации на ее территории юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющиеся изготовителем или продавцом, либо выполняющие функции иностранного изготовителя на основании договора с ним в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям технических регламентов и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям технических регламентов (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя)».

Для иностранных изготовителей предусмотрена другая процедура подтверждения соответствия продукции – обязательная сертификация.

Федеральный закон «О техническом регулировании» предписывает изготовителям самостоятельно заполнять декларацию о соответствии и предоставлять в соответствующие компетентные органы доказательства соответствия продукции требованиям технических регламентов.

В феврале 2010 г. вступило в силу Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 г. № 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии» [2]. Согласно этому Постановлению, для продуктов питания, товаров бытовой химии, моющих и дезинфицирующих средств, а также парфюмерно-косметической продукции обязательная сертификация заменяется декларированием соответствия. Мотивом для такого решения стало большое количество органов по сертификации, просто-напросто продающих сертификаты соответствия.

Теперь ответственность за соответствие выпускаемой продукции обязательным требованиям ложится на плечи организаций-изготовителей. Основным документом, на основании которого изготовитель берет на себя эту ответственность, является протокол испытаний.

Преимуществами декларирования соответствия по сравнению с обязательной сертификацией являются следующие:

- короткие сроки регистрации декларации о соответствии (согласно ст. 24 Федерального закона «О техническом регулировании», оформленная заявителем декларация о соответствии подлежит регистрации в едином реестре деклараций о соответствии в течение трех дней);
- более низкая стоимость декларирования соответствия (оплачиваются только услуги испытательной лаборатории, а при сертификации еще и услуги органа по сертификации).

К тому же переход на декларирование соответствия повлечет за собой увеличение спроса на услуги по добровольному подтверждению соответствия, поскольку доказательства, полученные при добровольной сертификации, могут служить основанием для принятия производителем декларации о соответствии. В частности можно ожидать увеличения заинтересованности у организаций-изготовителей к сертификации систем качества на соответствие международным стандартам HACCP и ISO 22000.

В условиях декларирования соответствия качество производимой и реализуемой продукции должно регулироваться, с одной стороны, рыночными механизмами, которые побуждают добросовестного изготовителя производить качественную продукцию и подтверждать ее конкурентные преимущества в аккредитованных испытательных лабораториях, и, с другой стороны, законодательными механизмами, устанавливающими ответственность за производство некачественной продукции. К сожалению, законодательные механизмы пока не предусматривают существенных мер ответственности за реализацию некачественной продукции. Суммы штрафов за такие нарушения невелики. Необходимо пересмотреть действующее законодательство, предусмотрев высокие суммы штрафов и в случае значительных нарушений запрет на реализацию продукции.

Литература

1. Федеральный Закон «О техническом регулировании» от 27 дек. 2002 г. №184-ФЗ // Информационно-аналитический бюллетень № 1.– М.: Промышленный Совет Всемирной организации качества, 2003.– С. 4 – 32.
2. Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии: Постановление Правительства РФ от 1 дек. 2009 № 982 // КонсультантПлюс: законодательство РФ, кодексы и законы в последней редакции.– Режим доступа: <http://www.base.consultant.ru>.

¹Кафедра “Урологии и хирургической андрологии РМАПО” (зав. – проф. О.Б.Лоран), г.Москва. ² Кафедра “Функционального анализа и его приложения” ГОУ ВПО ВГУ, г. Владимир (зав.-проф.Давыдов А.А).

abasharin_33rad@mail.ru

Выбор оптимальной мощности пневматической контактной уретеролитотрипсии.

Введение. В последнее время в медицине все большее распространение приобретают математические модели, которые позволяют выбрать оптимальную тактику лечения больных или прогнозировать эффективность оперативного лечения[2,3,4,7]. Выбор используемой математической модели определяется особенностями поставленной перед исследователем задачи. Решение медицинских задач имеет свою специфику. Во-первых, не представляется возможным учесть все реально имеющиеся условия, от которых зависит ответ, а можно лишь выделить приблизительный набор наиболее важных условий. Во-вторых, исходные данные и знания о предметной области неоднозначны, противоречивы, а результат зависит от большого количества неодинаковых по значимости факторов, которые могут иметь не числовой эквивалент, между факторами нет явной линейной взаимосвязи. В-третьих, не существует однозначного алгоритмического решения задачи. Использование нейронных сетей в данных случаях является предпочтительным[5].

Пневматическая контактная уретеролитотрипсия (ПКУЛТ) является современной методикой лечения уретеролитиаза, позволяющая избежать открытых оперативных вмешательств. Недостатком ПКУЛТ является высокая частота ретроградной миграции конкрементов в чашечно-лоханочную систему почки[1]. Степень проксимального смещения конкремента напрямую зависит от используемой мощности баллистического удара зонда литотриптора при проведении ПКУЛТ[2].

Целью данного исследования является построение модели прогнозирования выбора используемой мощности при проведении ПКУЛТ на основе нейронной системы.

Материалы и методы исследования.

Материалом клинического исследования послужили собственные наблюдения и результаты лечения больных с различными клиническими формами уретеролитиаза.

Больным проводилось комплексное урологическое обследование, на основании полученных результатов оценивались следующие показатели: длительности нахождения камня в мочеточнике на одном месте, длина, ширина и линейный размер конкремента, стадия нарушения уродинамики [3,6]. Качественный состав конкремента исследовали методом инфракрасной спектроскопии.

Пациентам выполнялась операция ПКУЛТ. В ходе операции оценивалась степень локального воспалительного процесса стенки мочеточника в месте нахождения камня [6]. Во время проведения литотрипсии для выявления достаточной мощности подачи импульса зонда литотриптора устанавливалась сначала минимальной $1,5 \pm 0,2$, бар в случае отсутствия эффекта от проводимого дробления, мощность повышалась до $2 \pm 0,2$ бар, а затем и до $2,5 \pm 0,2$ бар. Эффективность проводимого дробления оценивалась визуально, по степени фрагментации конкремента.

Результаты и обсуждение:

Для создания и обучения нейронной системы мы использовали собственные результаты обследования и лечения 242-х больных различными формами уретеролитиаза (251 случай). В качестве программы для построения нейронной сети мы использовали STATISTICA Neural Networks. Разработка математической модели в виде нейронной системы выполнена на кафедре “Функционального анализа и его приложения” ГОУ ВПО ВЛГУ, г. Владимир (зав.-проф. Давыдов А.А).

На вход сети подавались следующие данные: длина, ширина и линейный размер конкремента, локализация конкремента, длительность нахождения конкремента в мочеточнике на одном месте, степень нарушения уродинамики, степень воспаления мочеточника в месте стояния конкремента, состав конкремента. Эти показатели называются независимыми, так как в рамках созданной нейронной сети эти показатели не будут предсказываться. На выходе сети мощность ПУКЛТ используемая во время оперативного лечения, этот показатель относится к зависимым переменным, так как после создания нейронной сети он будет прогнозироваться на основе введенных данных независимых переменных.

По своей организации и функциональному назначению искусственная нейронная сеть с несколькими входами и выходами выполняет некоторое преобразование входных стимулов - сенсорной информации, в выходные управляющие сигналы.

Для создания и адекватной работы нейронной сети ее необходимо обучить. В процессе обучения нейронная сеть определяет особенности взаимосвязи между входными и выходными данными, на основе примеров с известными ответами, предоставляемыми экспертом.

В качестве типа искусственной нейронной сети мы используем многослойный персептрон. В данной сети межнейронные синаптические связи устроены таким образом, что каждый нейрон на данном уровне иерархии принимает и обрабатывает сигналы от каждого нейрона более низкого уровня. Таким образом, в данной сети имеется выделенное направление распространения нейроимпульсов - от входного слоя через один скрытый слой к выходному слою нейронов. На низшем уровне иерархии находится входной слой, состоящий из сенсорных элементов, задачей которого является только прием и распространение по сети входной информации. Далее имеются один скрытый слой. Каждый нейрон на скрытом слое имеет несколько входов, соединенных непосредственно с входными сенсорами и один выход. Нейрон суммирует поступающие к нему сигналы с предыдущего уровня иерархии с весами, если полученная сумма превышает пороговое значение, то происходит преобразование ее в выходной сигнал.

Обучение многослойного персептрона производилось таким алгоритмом, как обратное распространение. Алгоритм обратного распространения последовательно обучает сеть на данных из обучающего множества. На каждой итерации все наблюдения из обучающего множества по очереди подаются на вход сети. Сеть обрабатывает их и выдает выходные значения. Эти выходные значения сравниваются с целевыми входными значениями, которые так же содержатся в наборе исходных данных, и ошибка, т.е. разность между желаемым и реальным выходом, используется для коррекции весов так, что бы уменьшить эту ошибку.

В результате анализа данных была создана нейронная сеть на основе многослойного персептрона. Архитектура выбранной нейронной сети:

- количество нейронов в первом слое – 25;
- количество нейронов в среднем слое – 16;
- количество нейронов в последнем слое – 3;

При контрольном использовании полученной нейронной системы на примере тестового множества правильный ответ выдавался в 91,8% случаев. В процессе обучения нейронной сети ошибка созданной модели в отношении обучающего

множества составила 95,9%. При детальном анализе выяснилось, что в 99% правильный ответ прогнозировался при использовании минимальной мощности, в 95,1% при использовании средней и 87,9% при использовании максимальной мощности. При рассмотрении случаев с неправильным прогнозом выяснилось, что при использовании нами мощности в 2,5 бар во время проведения ПКУЛТ программа прогнозировала возможность использования средней мощности у 4 пациентов. У 2 пациентов программа наоборот предлагала использовать большую мощность, а нам хватило средней мощности для проведения ПКУЛТ. Наличие разногласий между прогнозом программы и используемой мощности говорит о возможности необходимой коррекции используемой мощности во время проведения ПКУЛТ оперирующим хирургом.

Полученная нейронная система использовалась для создания программного кода на языке C#, платформа .net 4.0 среда разработки MS Visual Studio, что позволило создать приложение используемое для прогнозирования мощности ПКУЛТ. Рис.1.

Рис 1. Интерфейс используемой программы прогнозирования используемой мощности ПКУЛТ на основе нейронной сети.

Предложенная программа прогнозирования используемой мощности ПКУЛТ, созданной на основе нейронной сети будет работать даже при отсутствии знания об одном из параметров. Для оценки такой ситуации мы ввели результаты полученных нами данных, без учета одного из параметров. Полученные данные представлены в таблице №1.

Таблица №1. Эффективность прогнозирования при отсутствии одного из факторов.

	Отсутствие фактора							
	Длина	Ширина	ЛР	НУ	ВСМ	СК	ЛК	ДН
Эффективность прогноза(%)	80,5	82,5	90,4	87,6	76,1	79,3	84,9	83,7
Ложный результат(%)	1,6	2	0,8	0	2,4	0,4	0	0,4

ЛР - линейный размер, НУ - нарушение уродинамики, ВСМ - воспаление стенки мочеточника, СК - состав конкремента, ЛК- локализация конкремента, ДН – длительность нахождения конкремента .

Из представленных данных видно, что даже при отсутствии одного из показателей эффективность прогнозирования используемой мощности ПКУЛТ с помощью предложенной нами нейронной сети не опускается ниже 76,1%, что несомненно является хорошим результатом. Снижение прогностической ценности программы еще раз подчеркивает значение каждого из исследуемых факторов на отражение клинической

картины и выбор мощности ПКУЛТ. К сожалению, при анализе выяснилось, что имела место ситуация, при которой прогноз по использованию мощности не совпадал с полученными нами практическими данными, а при условии отсутствия данных об одном из факторов прогноз становился правильным. В таблице №10 данная ситуация обозначена – «ложный результат». Данная особенность побудила нас к дополнительному анализу полученного материала по прогнозу используемой мощности ПКУЛТ при условии отсутствия данных об одном из показателей.

Анализ снижения эффективности работы программы при отсутствии данных об одном из критериев позволил сделать заключение, что наибольшим индивидуальным влиянием на выбор используемой мощности при проведении ПКУЛТ имеет: длина конкремента более 10 мм, ширина конкремента более 8мм, расположение конкремента в верхней трети мочеточника, 3-я стадия нарушения уродинамики, 2-ая и 3-я степень воспаления мочеточника в месте стояния конкремента, длительность нахождения конкремента в мочеточнике на одном месте более 2 недель.

Заключение.

На основе полученных данных нами разработана программа прогнозирования используемой мощности ПКУЛТ на основе нейронной сети. При использовании всех показателей, эффективность достигает в 91,8%. В случае отсутствия данных об одном из критериев прогностическая ценность составляет не менее 76,1 %. Анализ снижения эффективности работы программы при отсутствии данных об одном из факторов позволил выделить показатели, которые максимально влияют на выбор используемой мощности при проведении ПКУЛТ.

Литература:

1. Аляев Ю.Г., Мартов А.Г., Винаров А.З. и соавт. Первый опыт применения нового пневматического литотриптора LMA StoneBreaker в лечении мочекаменной болезни. //Урология 2009, № 6, С.48-52.
2. Глыбочко П.В., Николенко В.Н., Фомкин Р.Н., Понукалин А.Н., Блюмберг Б.И. Клинико-экспериментальное обоснование выбора оптимального способа контактной пневматической уретеролитотрипсии. Урология 2010. №1 стр. 56-60.
3. Кадыров З.А. Факторы влияющие на результаты дистанционной ударноволновой литотрипсии. Урология и Нефрология. 1995. № 3, стр. 47-50.
4. Назаренко Г.И., Сидоренко В.И., Лебедев Д.С. Прогнозирование характера течения острого панкреатита методом нейронных сетей. Вестник хирургии им. Грекова. 2005, №1 стр. 50-54
5. Россиев Д.А. Самообучающиеся нейросетевые экспертные системы в медицине: теория, методология, инструментарий, внедрение. Дис. на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Код спец. 03.00.02. Красноярск 1995г.
6. Сидоров О. В. Пути улучшения результатов эндоскопических методов лечения камней мочеточников : дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук : код спец. 14.00.40 / Сидоров О. В. - Москва, 2005. - 165 с.: ил., табл. ; 31 см.
7. Цэндин А.К. Прогнозирование эффективности литотрипсии в зависимости от физико-химических свойств мочевых камней: дис. На соиск. учен. степ. канд. мед. наук: Код спец.14.00.40:14.00.19 / - СПб., 2004. - 152 с.