

ного профиля (линзы “Рекорд-2” являются бифокальным вариантом такой же конструкции). Эти линзы являются совместной разработкой Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского (компьютерное моделирование и расчет конкретной конструкции) и НПП “Репер-НН” (технология изготовления и производство). Первые клинические испытания линз “Рекорд-2” и первые в мире успешные клинические испытания трифокальных линз (“Рекорд-3”) выполнены в Чебоксарском филиале ФГУ МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н.Федорова [1]. Результаты этих испытаний (на данный момент около ста пациентов) показывают, что пациенты с бифокальным хрусталиком “Рекорд-2” одинаково хорошо видят вблизи и вдаль, а пациенты с трифокальным хрусталиком “Рекорд-3” одинаково хорошо видят вблизи, вдаль и на промежуточных расстояниях. Область расстояний, соответствующих плохой фокусировке изображения, существенно уменьшилась. Анкетный опрос пациентов подтвердил удовлетворенность пациентов результатами операции - человек с трифокальным искусственным хрусталиком имеет возможность хорошо видеть вдаль (водить машину), читать книгу и смотреть телевизор без очков.

Таким образом, на предприятии “Репер-НН” совместно с Нижегородским государственным университетом им. Н.И.Лобачевского рассчитана, сконструирована и впервые в мире изготовлена трифокальная интраокулярная линза, принципиально превосходящая по своим функциональным характеристикам все существующие бифокальные линзы. Действующего аналога трифокальной линзы в мире на сегодняшний день не существует. Линза успешно прошла первые клинические испытания.

Список литературы

1. Н.П.Паштаев, Н.А.Поздеева, К.Н.Руссков, Ю.Н.Елаков, “Первый опыт имплантации рефракционно-дифракционной интраокулярной линзы с прямоугольным профилем “МИОЛ-РЕКОРД””, труды конференции “Новые технологии в офтальмологии”, Чебоксары, сентябрь 2007, стр. 52-55.

## КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Южанников А.Ю., Антоенков Д.В.

*Политехнический институт Сибирского  
федерального университета, Красноярск, Россия*

В современных условиях вопросы краткосрочного прогнозирования электропотребления промышленных предприятий играют важную роль. В данной статье рассматривается краткосрочный прогноз электропотребления с помощью адаптивной нечеткой нейронной сети на примере Н-го угольного разреза.

Данные об электропотреблении хранятся в базе данных оперативно-информационного комплекса (ОИК) и их можно рассматривать как временной ряд. Существует множество методов прогнозирования временных рядов: AR, MA, ARMA, ARIMA-модели, метод сезонных кривых, нейронные сети, гибридные системы прогнозирования, которые используют методы нейронных сетей, генетического алгоритма и нечеткой логики.

В качестве исходных данных взята информация о часовом электропотреблении угольного разреза “Н-й”. Моделирование системы проведем с помощью Fuzzy Logic Toolbox в системе MatLab.

База знаний такой системы содержит нечетких правила типа Такаги-Сугено:

Правило 1: Если  $x_1$  есть  $L_1$ ,  $x_2$  есть  $L_2$  и  $x_3$  есть  $L_3$ , тогда  $z$  есть  $H$ ;

Правило 2: Если  $x_1$  есть  $H_1$ ,  $x_2$  есть  $H_2$  и  $x_3$  есть  $L_3$ , тогда  $z$  есть  $M$ ;

Правило 3: Если  $x_1$  есть  $H_1$ ,  $x_2$  есть  $H_2$  и  $x_3$  есть  $H_3$ , тогда  $z$  есть  $S$ ;

где  $x_1, x_2, x_3$  – входные переменные,  $z$  – выход системы,  $L_1, L_2, L_3, H_1, H_2, H_3, H, M, S$  – некоторые нечеткие множества с функциями принадлежности сигмовидного типа (для упрощения записи последующих выкладок функции принадлежности в данном случае обозначены так же, как и соответствующие нечеткие множества):

$$L_j(t) = \frac{1}{1 + \exp(b_j(t - c_j))}, H_j(t) = \frac{1}{1 + \exp(b_j(t - c_j))}, j = 1, 2, 3,$$

$$H(t) = \frac{1}{1 + \exp(-b_4(t - c_4 + c_5))}, M(t) = \frac{1}{1 + \exp(-b_4(t - c_4))}, S(t) = \frac{1}{1 + \exp(b_4(t - c_4))}.$$

Для определения выходной переменной используется следующий алгоритм вывода:

1) подсчитывается значения истинности предпосылок для каждого правила:

$$\alpha_1 = L_1(a_1) \wedge L_2(a_2) \wedge L_3(a_3),$$

$$\alpha_2 = H_1(a_1) \wedge H_2(a_2) \wedge L_3(a_3),$$

$$\alpha_3 = H_1(a_1) \wedge H_2(a_2) \wedge H_3(a_3),$$

где  $a_1, a_2, a_3$  – текущие значения входов системы;

2) для каждого правила определяются частные выходы:

$$z_1 = B^{-1}(\alpha_1) = c_4 + c_5 + \frac{1}{b_4} \ln \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1},$$

$$z_2 = B^{-1}(\alpha_2) = c_4 + \frac{1}{b_4} \ln \frac{1 - \alpha_2}{\alpha_2},$$

$$z_3 = B^{-1}(\alpha_3) = c_4 + \frac{1}{b_4} \ln \frac{1 - \alpha_2}{\alpha_2};$$

3) находится общий выход системы:

$$z_0 = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}.$$

Сеть с подобной архитектурой в англоязычной литературе получили название ANFIS (Adaptive-Neuro-Fuzzy Inference System, то есть адаптивная нечеткая нейронная система вывода)

Корректирование параметров системы здесь производится либо в соответствие с наиболее распространенным для нейронных сетей алгоритмом обратного распространения ошибки (back propagation), либо комбинированным методом, специально разработанным для гибридных сетей.

Для данного прогнозирования, значения временного ряда хранятся в файле `nur.xls` в директории `C:\MATLAB\R2006a\work`. Это – файл таблицы Excel, первый столбец содержит значения дискретного времени ( $t=0,1,\dots,1200$ ), а второй – значения электропотребления угольного разреза кВт·ч (временной ряд).

Для прогнозирования значения временного ряда в данном случае использовали стандартный подход: прогнозируемое в текущий момент времени  $t$  значение ряда для момента времени  $(t+6)$  определяется четырьмя предшествующими значениями ряда в моменты  $x(t-18), x(t-12), x(t-$

$6), x(t)$ . Особенностью здесь является то, что причинно-следственная связь между предшествующими, текущими и будущим значениями устанавливается с помощью системы нечеткого вывода типа ANFIS, при этом конкретные характеристики системы определяются по имеющимся экспериментальным данным.

Для формирования матрицы использовалось по 500 значений ряда, соответствующие временные отметкам от 118 до 1117.

В результате проведенного исследования по применению гибридной сети ANFIS для краткосрочного прогнозирования электропотребления, основанного на построении аппроксимирующих моделей в виде адаптивной нечеткой нейронной сети, обучаемой на выборках реальных данных ОИК по электропотреблению угольного разреза Н-й на уровне предприятия за прошлые периоды, установлено, что фактическое электропотребление в целом совпадает с расчетными (прогнозируемыми) значениями.

### **Фундаментальные и прикладные исследования в медицине**

#### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

Агуреев И.Е., Атлас Е.Е., Осокин С.В.  
Тульский государственный университет,  
МСК «Вирмед» г Тула

Хорошо известно, что эффективное управление возможно лишь на основе надежной информации, постоянно поступающей к лицам, принимающим управленческое решение. В настоящее время руководящие органы здравоохранения Российской Федерации в центре и в субъектах Федерации располагают во многом уникальной системой государственной медицинской статистики, которая была создана именно для целей информационного обеспечения процесса управления.

Однако наряду с несомненными достоинствами данная система имеет и ряд недостатков. Главный из них состоит в том, что поступающая в

систему государственной статистики информация может быть в большей или меньшей степени искажена под влиянием «человеческого» фактора.

Как показал наш собственный опыт, оптимальное решение данных задач возможно на основе системного подхода к анализу информации. Целесообразно воспользоваться более современными методами и методиками для оценки эффективности качества оказания медицинской помощи. В наше случае экспертиза качества медицинской помощи проводилась с применением автоматизированной методики оценки КМП. Результаты последней позволяют дать оценку степени воздействия врачебных ошибок на состояние здоровья пациентов, на социально-экономическую эффективность использования ресурсов здравоохранения.

Данный анализ обеспечивает руководителей здравоохранения необходимым материалом, на который можно полагаться при принятии