

$n = f_{NET}(p_0, p_{c1}, p_{c2}, n_{-1}, n_{-2})$  дополнены значениями  $n_{-1}$  и  $n_{-2}$ , т.е. числом оборотов ротора в моменты времени  $t_i - \Delta t$  и  $t_i - 2\Delta t$ , для моделирования нестационарных режимов работы. Обучающая выборка формируется из результатов огневых испытаний двигателей одного типа с идентичной конструкцией БНА. Размерность массивов результатов по каждому из параметров составляет для одного испытания 4500 значений, измеренных на стенде с интервалом времени  $\Delta t = 0,01 c$  вплоть до  $t=10 c$  согласно циклограмме работы ЖРД. Таким образом, разрабатываемая модель может использоваться для анализа функционирования БНА на запуске вплоть до выхода на основной режим тяги (ОРТ).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы расчета и теории жидкостных ракетных двигателей/ А.П.Васильев, В.М.Кудрявцев, В.А.Кузнецов и др.; Под ред. В.М.Кудрявцева. – М.: Высш. Шк., 1993.

#### СИНТЕЗ АППРОКСИМИРУЮЩИХ НЕЙРОСЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Стогней В.Г., Кретинин А.В.  
Воронежский государственный  
технический университет,  
Воронеж

Поиск оптимальной структуры искусственных нейронных сетей (ИНС) является до сих пор нерешенной проблемой. Как правило, структура ИНС определяется исходя из опыта и интуиции исследователя. Проблема выбора осложняется тем обстоятельством, что при решении задачи аппроксимации заданной статистической выборки может быть найдено несколько вариантов ИНС одинаковой структуры, обеспечивающих необходимую точность аппроксимации в узлах, но описывающих различные функциональные континуумы. Приведенные в докладе результаты посвящены проблеме повышения адекватности нейросетевых поверхностей отклика на базе перцептрона с одним скрытым слоем (ОСП) и рассматриваются в контексте создания методики оптимизации структуры ИНС для решения задач аппроксимации и моделирования.

Для получения корректного решения задачи синтеза ИНС фиксированной структуры в отсутствие идеального и бесконечно большого обучающего множества необходима регуляризация процедуры обучения, направленная на предотвращение переобученности сети [1]. При достаточном объеме экспериментальных данных проблема может быть с успехом решена методом контрольной кросс-проверки, когда часть данных не используется в процедуре обучения ИНС, а служит для независимого контроля результата обучения [2].

Включение в алгоритм обучения дополнительной информации о нейросетевой функции (ограниченность, гладкость, монотонность) приводит к модифи-

кации целевой функции и необходимости минимизации двух и более критериев при обучении. В работе [3] был предложен байесовский подход для решения задач интерполяции зашумленных данных. Метод байесовской регуляризации основан на использовании субъективных предположений относительно исследуемой функции и может применяться как на этапе структурной оптимизации ИНС, так и на этапе обучения. В работе [4] регуляризация осуществляется путем представления целевой функции в виде свертки

$$F = \beta \cdot E_D + \alpha \cdot E_W, \quad (1)$$

где  $E_D$  – суммарная квадратическая ошибка,

$E_W$  – сумма квадратов весов сети.

Здесь основной акцент делается на проблеме определения корректных значений параметров целевой функции  $\alpha$  и  $\beta$ . В то же время существует возможность модификации регуляризационного критерия в формуле (1), основанной на аналитическом определении кривизны аппроксимационной поверхности отклика. В соответствии с полученными результатами изложим разработанную методику оптимизации структуры ИНС с использованием энергетического фактора.

1. Находится приближенное значение энергетического фактора для заданного набора экспериментальных данных

$$K_* = \sum_i \left( \nabla^2 y(\mathbf{x}_i) \right)^2.$$

Вторые производные в этой формуле определяются либо по дискретным аппроксимационным зависимостям, либо с использованием кусочно-многочленной интерполяции.

2. Определяется начальное приближение числа нейронов в скрытом слое:

$$L = \frac{mN}{(1 + \log_2 N)(n + m)},$$

где  $n$  – размерность входного сигнала;  $m$  – размерность выходного сигнала;  $N$  – число элементов обучающей выборки.

3. В гиперпространстве синаптических весов

$L_w \in \mathbf{R}^{\frac{mN}{1+\log_2 N}}$  генерируются равномерные последовательности точек размерности  $M_0$  при помощи  $LP_\tau$  алгоритма [5], которые будут являться поочередно начальными приближениями для процессов обучения разных вариантов ОСП фиксированной структуры.

4. Решается  $M_0$  задач обучения ОСП. Из них выбираются  $M_* \leq M_0$  различных вариантов ОСП одинаковой структуры, которые обеспечивают заданную точность. Для  $M_*$  различных ОСП рассчитываются значения энергетического фактора

$$K = \sum_i \left( \nabla^2 f_{NET}(\mathbf{w}, \mathbf{x}_i) \right)^2 \quad (2)$$

5. Если  $M_* \neq 0$ , то количество нейронов в скрытом слое уменьшается на 1  $L=L-1$ . Если  $M_* = 0$ , то  $L=L+1$ . Осуществляется переход на п. 3. Если пункт 5

выполняется второй раз для одного и того же числа нейронов в скрытом слое  $L$ , то переход на п. 6.

6. Выбирается оптимальная структура сети, обеспечивающая минимум расхождения  $|K_* - K|$  при заданной точности аппроксимации.

В рамках идеи обучения ОСП фиксированной структуры для получения нейросетевых поверхностей отклика минимальной кривизны разработан алгоритм комбинированного обратного распространения ошибки, позволяющий получать аппроксимации заданной точности с необходимым значением энергетического фактора функции аппроксимации по входным переменным, что повышает робастные свойства разработанной методики создания ОСП оптимальной структуры для использования в качестве экспериментальных факторных моделей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bishop C.M. Neural networks for pattern recognition. – Oxford University Press, 1995.
2. StatSoft, Inc. (1999). Электронный учебник по статистике. Москва, StatSoft. <http://www.statsoft.ru/>.
3. MacKay, D.J.C. Bayesian Interpolation // Neural Computation, - 1991.
4. Севастьянов А.А., Харинцев С.С., Салахов М.Х. Нейросетевая регуляризация решения обратных некорректных задач прикладной спектроскопии/ Электронный журнал «Исследовано в России», <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/189.pdf>.
5. Статников Р.Б., Матусов И.Б. Многокритериальное проектирование машин. – М.: Знание, 1989.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ЧЕЛОВЕКА В НООСФЕРЕ

Туренко Ф.П.  
Институт НООТЕХ,  
Омск

Тысячелетиями человечество накапливало опыт экологической культуры по взаимодействию с окружающей средой и личностными взаимоотношениями в обществе. Каждым народом создавались свои национальные, этнические культовые обряды, ритуалы празднества и торжества и т.п.

Накопленный опыт экологической культуры передавался из поколения в поколение в виде наглядных ритуальных форм и устно в сказках, мифах, легендах. Мудрые люди сумели изложить его в писаниях: Веды, Дао, Коран, Библия и др.

Эволюция человечества достигла современного демократического общественного уклада с определенной степенью защищенности человеческой личности. Поэтому духовное прозрение и объединение человечества на базе экологической культуры является его самоспасением.

История экологической культуры начинается с появления в биосфере *Nomosupriensa* (человека разумного). Освоившись в окружающей среде и установив свои взаимодействия с биосферой, человек приобрел первые уроки экологии. Обеспечивая свое выживание и существование в гармонии с природой, ему понадо-

билась экологическая культура. Наблюдая за жизнью животных, изучая свойства растений, познавая системность мироздания и стихийность энергетических потоков, он пришел к своему духовному открытию. Дальнейшие его взаимодействия с окружающей средой были ограничены культовыми ритуалами, что и определяло его экологическую культуру, которая сохранилась до сегодняшнего дня в различных обрядах, культах, суевериях многих этносов.

Одомашнивание диких животных и обеспечение себя пищей впрок, занимаясь земледелием, человек столкнулся со сверхобогатением, со сверхпотреблением и, в связи с этим, началось расслоение на бедных и богатых. Нарушенная гармония с окружающей средой сельскохозяйственной революцией привела к новому осознанию. Человек почувствовал себя властелином и начал создавать искусственную среду своего обитания – города. Рост населения в городах, с появлением ремесленников и новых сословий, способствовал рождению государства, религии. Эти социальные революции изменили духовное сознание человека на эгоизм. Стремление к власти, богатству, удовольствиям привело к рабовладельческому строю, феодально-крепостническому, капиталистическому, тоталитарному.

На сегодняшний день человечество по своему сознанию разделилось на два лагеря: антропоцентристы – это технократы с сознанием идеологии тела (власть, богатства, удовольствия); биоцентристы – с осознанием идеологии духовности и гармонии с природой.

Во-вторых, природные катаклизмы в связи с серьезным изменением климата Земли выдвинули проблемы экологии на первый план. Поэтому человечеству, чтобы преодолеть проблему высокой заболеваемости и смертности, стоит вспомнить забытую экологическую культуру и поменять взгляды современной медицины на новые энергетические, духовные пути лечения человека. Успешное развитие вибрационной медицины, создание методов электронной диагностики и т.п. в ближайшее время является парадигмой нашего нового сознания.

Важным свойством нового сознания является духовное богатство как культурное наследие наших предков.

Куль разума исказил структуры познания и породил тип современного человека –рационалиста. Рационализм неэкологичен, и в философии Ф. Ницше мы находим «несокрушимую веру в то, что мышление может проникнуть в глубочайшие бездны бытия и не только познать бытие, но даже и исправить его». В своих работах В.И. Вернадский отмечал, что природа есть организованное целое и необходимо целостное духовно-художественное восприятие мира (1).

Вопросы экологической культуры включают в себя: анимизм, который рассматривает природу как живую (одушевленную); натурфилософию как древнейший опыт мирозерцания; экологическую этику с проблемами воспитания и образования. Чтобы человек стал выполнять свои социальные обязанности, следовать правилам охраны природы, он должен их считать своими и это должно стать его личной духовной потребностью (2).