

УДК 519.95

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАССЫ ВЫЛОВЛЕННОЙ КРЕВЕТКИ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ ПРИ ПОМОЩИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ

© О.В. Крючин, А.С. Козадаев

*Ключевые слова:* кластерные системы; искусственные нейронные сети; алгоритм самоорганизации.  
В данной работе описывается алгоритм самоорганизации структуры искусственной нейронной сети. Данный алгоритм может быть применен к многослойному персептрону, сети каскадной корреляции Фальмана и сети Вольтери. Также описывается его использование на кластерных системах.

Моделированию и прогнозированию развития биологических популяций в естественных условиях и биотехнологиях посвящено значительное количество публикаций [1, 5]. Прогноз плотности популяций в открытых системах представляет значительную проблему ввиду того, что «территория» обитания такой популяции обычно не ограничена никакими естественными барьерами, она может свободно перемещаться как по самой рассматриваемой области, так и за ее пределы. Поэтому разработка методов прогноза в этих условиях представляет собой актуальную задачу.

В настоящее время для решения задач прогнозирования временных рядов с успехом используется аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС). В этом случае математическая модель объекта строится на основе эмпирических данных за счет выбора количества нейронов, числа скрытых слоев, распределения нейронов в слоях, активационных функций нейронов и коэффициентов синаптических связей [3].

Целью данной работы является прогноз массы выловленной креветки, базируемый на экспериментальных данных за предшествующий период, и оценка возможности использования нейронных сетей для решения подобных задач. Прогнозирование проводится как с использованием персонального компьютера, так и с использованием кластерных систем.

Объектом исследования является биоценоз, включающий смешанную популяцию креветок следующих видов: *Penaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros*, *Penaeus monodon*, *Penaeus japonicus*. Место сбора экспериментальных данных – район промышленного лова *Banco da Sofala*, Республика Мозамбик, Индийский океан, 15002000 км от Мапуту. Подготовительные операции заключались в заполнении пропуска в исходных данных условно-расчетным значением. Для восстановления пропуска и фильтрации были использованы методы вейвлет-преобразования [2]. В результате был получен трансформированный сигнал, дополненный условно-расчетным значением  $\bar{x}$ .

Обучение ИНС состояло из двух уровней, на внешнем производился подбор активационной функции, а на внутреннем – значений весовых коэффициентов (с

использованием градиентного метода наискорейшего спуска [4, 6, 7]). В результате была получена сеть, имеющая 6 входных, 4 скрытых и 1 выходной нейрон. В этой сети входные, выходные и один из скрытых нейронов имеют линейную активационную функцию, а остальные скрытые – квадратичную, кубическую и сигмоиду, соответственно. Относительная погрешность при использовании этой структуры составила 8,89 %.

Для определения адекватности результатов вычислительного эксперимента был произведен расчет значений плотности популяции на 1998 год, с использованием данных за период времени 1996–1997 годы.

Вычислительные эксперименты проводилось на двух машинах – персональном компьютере и вычислительном кластере Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина.

Для определения эффективности параллельных алгоритмов было введено понятие коэффициента эффективности как величины, прямо пропорциональной временным затратам при использовании последовательного алгоритма и обратно пропорциональной временным затратам при использовании параллельной версии алгоритма [3]

$$\alpha = \frac{t}{n\tau(n)} . \quad (1)$$

Здесь  $n$  – количество используемых процессоров,  $t$  – временные затраты при использовании последовательного алгоритма,  $\tau(n)$  – временные затраты при использовании параллельной версии алгоритма, использующего  $n$  процессоров.

Вычисленная по формуле (1) эффективность параллельного алгоритма составляет примерно 99 %.

Таким образом, в ходе эксперимента было установлено, что получение численных значений плотности популяции, близких к реальным, возможно (используя нейронную сеть, описанную выше). Также возможно предположение тенденции роста-уменьшения плотности популяции. Кроме того, можно сделать вывод, что при проведении подобных экспериментов использова-

ние кластерных систем дает значительный временной выигрыш.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абакумов А.И.* Методология математического моделирования природных и экономических систем // Труды Дальрыбвтуза (ТУ). Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуза (ТУ), 1996. Вып. 7. С. 11-16.
2. *Козадаев А.С.* Предварительная обработка данных для искусственных нейронных сетей в задачах прогнозирования временных рядов. Вейвлет преобразование // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. 2008. Т. 13. Вып. 1. С. 98-99.
3. *Крючин О.В., Арзамасцев А.А., Королев А.Н., Горбачев С.И., Семенов Н.О.* Универсальный симулятор, базирующийся на технологии искусственных нейронных сетей, способный работать на параллельных машинах // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2008. Т. 13. Вып. 5. С. 372-375.
4. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации; пер. с пол. И.Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.
5. *Тютюнов Ю.В., Титова Л.И., Сенина И.Н.* Модель динамики численности судака в Азовском море // Модели иерархического

- управления устойчивым развитием эколого-экономических систем / под ред. Г.А. Угольниченко. М.: Вузовская книга, 2005.
6. *Gill P., Murray W., Wrights M.* Practical Optimisation. N. Y.: Academic Press, 1981.
  7. *Widrow B., Stearns S.* Adaptive signal processing. N. Y.: Prentice Hall, 1985.

Поступила в редакцию 12 ноября 2009 г.

Kryuchin O.V., Kozadaev A.S. Forecasting of weight of the caught shrimp in the Indian Ocean by means of artificial neural networks using cluster systems.

In the given work the algorithm of self-organizing of structure of an artificial neural network is described. The given algorithm can be applied to multilayered perceptrone, Falman's networks of cascade correlation and Volteri's network. Also its use on cluster systems is described.

*Key words:* cluster systems; artificial neural networks; algorithm of self-organizing.

УДК 378+62-505

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

© С.Б. Лазутин

*Ключевые слова:* информационные технологии; интернет-технологии; дистанционное обучение; компьютерные сети; эффективность образовательного процесса.

Рассмотрены вопросы перспектив внедрения систем дистанционного образования в современных условиях и преимущества дистанционного обучения по сравнению с традиционной системой образования, определены потенциальные пользователи систем дистанционного обучения.

С развитием дистанционного обучения связывается надежда на решение ряда социально-экономических проблем: повышение общеобразовательного уровня населения; расширение доступа к высшим уровням образования; удовлетворение потребностей в высшем образовании; организация регулярного повышения квалификации специалистов различных направлений. Система дистанционного обучения должна ориентироваться на обеспечение населения различных регионов России возможностью получения современного образования.

Устойчивая тенденция увеличения доли студентов, сочетающих учебу с трудовой деятельностью, сопровождается быстрым развитием и широким применением разнообразных информационных, компьютерных и технических средств. Многие абитуриенты сознательно избирают дистанционное обучение, руководствуясь и чисто финансовыми соображениями – обучение без отрыва от основной деятельности.

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт реализации систем дистанционного образования (СДО). Дистанционные образовательные технологии активно применяются как в гражданском образовании, так и в военном. Наибольшего развития они, конечно, достигли в сфере гражданской образовательной деятельности. Широкое распространение дистанционное

обучение нашло в Америке, в странах западной Европы, Китае и Японии [1].

Сегодня многие компании пересматривают статус образовательных подразделений в своих структурах. Руководство предприятий все чаще рассматривает инвестиции в обучение наравне с инвестициями в научно-исследовательские разработки. Традиционная система обучения, которая предполагает отвлечение служащего на определенный период от рабочего места, и, следовательно, ведет к потерям для компании, оказывается все более не приемлемой. Кроме того, обучение должно происходить быстрыми темпами, чтобы не сдерживать процесс внедрения и реализации новых товаров на рынке. Услуги по обучению персонала должны предоставляться одновременно с появлением новых разработок предприятия. Таким образом, применение ДО – это шанс для крупного предприятия обеспечить быстрое внедрение на рынок новых товаров в условиях конкуренции и постоянной модернизации производства.

Процесс осмысления и становления, развития ДО в России начался в начале 90-х гг. В 1994–1996 гг. В Москве прошли международные конференции по дистанционному образованию. Участвовали ведущие специалисты США, Великобритании, Канады, Германии, Швеции, Австрии, России. Значительный вклад в популяризацию и обеспечение организационной и научной