

УДК 677.1/2; 681.3.01

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА***И.А. РУМЯНЦЕВА, Е.Л. ПАШИН***(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,
Костромской государственной технологической университет)**

Для оптимизации условий и режимов работы мяльно-трепального агрегата (МТА) при получении трепаного льна требуется прогнозирование конечных результатов обработки. В качестве последних обычно используются выход длинного волокна V_d и его заостренность Z [1...3]. Качество получаемого трепаного льна (его номер) в основном зависит от совокупности свойств перерабатываемой тресты. В силу этого изменение его в результате пропуска через МТА при прочих равных условиях в основном связано с заостренностью волокна Z .

В последнее время на практике, в результате внедрения в производство интенсивных технологий уборки льна и повсеместного использования стланцевой тресты, все большее внимание стали обращать на количество недотрепаного волокна (недоработки) H , что вызвано влиянием последнего на затраты производства.

Учитывая названное обстоятельство, целесообразно в качестве параметров, определяющих конечные результаты обработки льна, использовать следующие характеристики: $V_d \rightarrow \max$; $Z \rightarrow \min$ (но не ниже норм ГОСТа); $H \rightarrow A$ – значение, при котором затраты на обработку недотрепаного волокна минимальны (в настоящее время $A \approx 30...40\%$).

Известные ныне способы прогнозирования указанных характеристик основываются на использовании эмпирических зависимостей, которые получаются раз-

личными методами, как правило, с использованием регрессионного анализа [3...5].

Между тем, они эффективны только в условиях, сходных с теми, при которых были получены экспериментальные данные. В результате любые отклонения от указанных условий приводят к ошибкам. Для их устранения требуется постоянная корректировка указанных зависимостей на основе проведения дополнительных промышленных экспериментов. Учитывая, что общее количество сочетаний режимов обработки и свойств льна весьма значительно, на практике такая корректировка является трудновыполнимой задачей.

Для разрешения этой проблемы предлагается иной подход, вытекающий из возможностей современных вычислительных процедур для осуществления прогнозирования и идентификации. Одним из наиболее перспективных методов, реализующих такие процедуры, является метод, основанный на использовании нейросетевого анализа [6]. Он достаточно прост для реализации и эффективен при решении широкого спектра прикладных задач, особенно при обработке неточной, неоднозначной информации.

Одним из главных достоинств метода является возможность адаптации (дообучения) его к новым условиям. Иными словами, полученный на начальных этапах алгоритм прогнозирования в дальнейшем, в процессе последующей обработки материала и получении дополнительной информации (свойства сырья, режимы рабо-

ты МТА, конечные результаты обработки), будет постоянно уточняться с целью повышения прогнозирующей способности.

Такой вариант корректировки является малозатратным и адаптированным к условиям конкретного предприятия, так как информация, полученная изначально, интегрируется с новой в конкретных условиях переработки.

Одним из наиболее эффективных алгоритмов обучения многослойной сети является алгоритм обратного распространения ошибки, который предусматривает передачу информации об ошибочном срабатывании нейронов в направлении, обратном направлению распространения возбуждения [7].

Обучение сети с использованием этого алгоритма проводится в несколько этапов.

1. Инициализация сети: весовым коэффициентам и смещениям сети присваиваются малые случайные значения из диапазонов.

2. Определение элемента обучающей выборки: (<текущий вход>, <желаемый выход>). Текущие входы должны различаться для всех элементов обучающей выборки. При использовании многослойного персептрона в качестве классификатора желаемый выходной сигнал состоит из нулей за исключением одного единичного элемента, соответствующего классу, к которому принадлежит текущий входной сигнал.

3. Вычисление текущего выходного сигнала: текущий выходной сигнал определяется в соответствии с традиционной схемой функционирования многослойной нейронной сети.

4. Настройка синаптических весов: для настройки весовых коэффициентов используется рекурсивный алгоритм, который сначала применяется к выходным нейронам сети, а затем проходит сеть в обратном направлении до первого слоя. Синаптические веса настраиваются в соответствии с формулой:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + rg_j x_i',$$

где w_{ij} – вес от нейрона i или от элемента входного сигнала i к нейрону j в момент времени t ; x_i' – выход нейрона i или i -й элемент входного сигнала; g – шаг обучения; g_j – значение ошибки для нейрона j .

5. Возвращение к п.2: данная итеративная процедура должна продолжаться до достижения стабилизации выходов, наступающего при совпадении отклика сети на входное возбуждение с исходными данными для анализа.

С учетом изложенного была поставлена задача по проведению сравнительного анализа результатов прогнозирования V_d , Z и H при переработке льняной тресты. Сравнивали регрессионный и нейросетевой методы.

В качестве исходных были использованы опытные данные, полученные в [4] при прогнозировании V_d и Z , а также в [5] – при прогнозировании H .

При исследовании использовали программу "BrainMaker 3.11 Pro", в основу которой положен алгоритм обратного распространения ошибки.

Перед началом обучения нейронной сети (НС) проводили установку параметров обучения. Для этого вводили условия тестирования обучаемой НС: задавали ошибку распознавания и уровень шума при обучении и тестировании. После этого был осуществлен процесс обучения НС. В итоге обученная сеть позволяла прогнозировать указанные выходные параметры обработки.

Результаты прогнозирования показаны на рис.1 (различия между фактическим и прогнозируемыми значениями параметров H (а); V_d (б); Z (в)) в виде диаграмм. Ось ординат представлена в виде сумм отклонений по модулю (Б) между фактическим и прогнозируемым значениями. На оси абсцисс указаны классы партий льняной тресты по выходным параметрам обработки: по выходу V_d , заостренности Z и содержанию недоработанного волокна H .

ВЫВОДЫ

1. Для оптимизации условий и режимов работы МТА при обработке льняной тресты необходимо прогнозирование трех параметров: выход длинного волокна, его закрученность и количество недотрепаного волокна (недоработки).

2. Метод прогнозирования на основе использования нейронных сетей в сравнении с регрессионным анализом позволяет повысить точность расчета. В частности, установлено уменьшение различий между фактическими и расчетными данными до 70%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков В.В., Сулов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Левитский И.Н. Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов. Т. 1, 2. – Кострома, 1994.
3. Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. Развитие теории процесса трепания льна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2004.
4. Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994, №1. С.17...19.
5. Щечкин В.В. Совершенствование режимов мятья и трепания при обработке тресты на льнозаводах: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 1982.
6. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004.
7. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.

Рекомендована лабораторией стандартизации, сертификации и информационных технологий ВНИИЛК. Поступила 05.01.07.

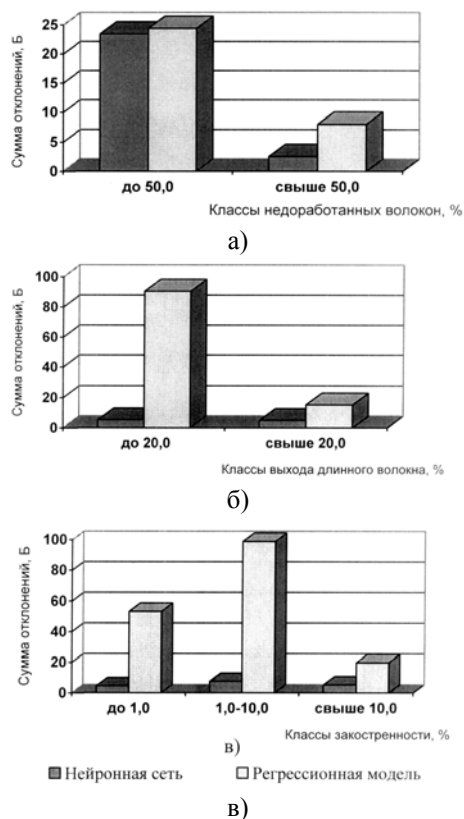


Рис. 1

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что использование метода нейронных сетей повышает качество прогнозов по совокупности выходных параметров переработки льняной тресты на МТА. Наблюдается уменьшение оценочного параметра Б в сравниваемых вариантах анализов до 70%.

С учетом возможного малозатратного дообучения НС в конкретных производственных условиях, не требующего специально планированного эксперимента, использование предлагаемого метода является более эффективным.