

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Олейников А. А., Сорокин А. А.

Кафедра математических и естественнонаучных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волжский государственный университет водного транспорта"

Каспийский институт морского и речного транспорта

Астрахань, Россия

E-mail: a.oleynikov.astu@mail.ru, alsorokin.astu@mail.ru

*В работе рассматривается возможность использования нейронных сетей прямого распространения и нечёткой нейронной сети для задачи прогнозирования эксплуатационных параметров оборудования операторов связи. Производится сравнение расхождений между реальными и прогнозными значениями сетей прямого распространения с 2 и 3 слоями и нечёткой нейронной сети полученными на основе ретроспективных данных. Получаемые показатели позволят более полно оценивать состояние оборудования оператора связи и повысить качество принимаемых решений в процессе проведения модернизации.*

## ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации сетевого оборудования операторов связи возможно наступление аварийного, либо пред аварийного состояния. Если же оборудование отработало указанный, производителем срок, то неизбежно моральное устаревание и как следствие снижение производительности участка сети влекущее отток абонентов. Своевременно принятое решение о замене оборудования находящегося в предельном состоянии позволит не только остановить миграцию абонентов к другим операторам, но и привлечь новых, за счёт предоставления сервисов нового поколения[1]. Для принятия такого решения, необходимо обладать полнотой информации об оборудовании, в том числе о возможных его состояниях. Параметры этих состояний целесообразно получать за счёт прогнозирования. Рассматриваемые методы, основанные на нейронных сетях могут быть использованы для этой цели так как получают всё большее распространение для прогнозирования временных рядов, к которым относятся эксплуатационные параметры оборудования связи.

Цель работы, сравнительный анализ работы математического аппарата нейронных сетей прямого распределения и нечёткой нейронной сети для решения задачи прогнозирования эксплуатационных параметров телекоммуникационного оборудования.

## I. ПОЛУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА

Выбор источника и подготовка данных для анализа осуществляется с участием экспертов имеющих значительный опыт в области телекоммуникаций. Экспертной группе было предложено заполнить опросные листы для выбора параметров наиболее полно описывающих состояние

оборудования, оценив каждый по десятибальной шкале. По мнению экспертов комплексно оценить работоспособность узлового оборудования можно по скорости соединения. Остальные параметры, имеют меньшее влияние или коррелируют с выбранной величиной. Тем не менее за счёт их использования возможно повысить точность оценки состояния оборудования, так как будет происходить учёт факторов косвенного характера. Данные для анализа могут быть сняты с использованием программно аппаратных средств, входящих в состав систем поддержки бизнес процессов предприятия связи. Следующий этап, подготовка данных для анализа. Первоначальный объём, делится на обучающую, тестовую и обучающую выборку. На основе обучающей происходит тренировка нейронных сетей, а тестовая, позволяет определить расхождение между прогнозными значениями и результатами работы нейронной сети[2, 3].

## II. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ПРЯМОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В ходе моделирования были созданы две нейронные сети прямого распределения с 2 и 3 скрытыми слоями, с числом нейронов 20, 1 и 10, 4, 1 соответственно.

Таблица 1 – Результаты моделирования на 2-х слойной нейронной сети

Измерения	Прогноз Мбит/сек	Реальные данные Мбит/сек	Расхождение %
1.	8269200	8282203	0.16
2.	8262900	8279528	0.20
3.	8298000	8282608	0.19
4.	8273200	8283080	0.12

Проведённое моделирование показало, что точность прогнозирования увеличивается с ростом числа нейронов в сети. Однако вместе с

этим растут требования к аппаратным ресурсам для построения более сложных моделей (Таблица 1 и 2).

Таблица 2 – Результаты моделирования на 3-х слойной нейронной сети

Измерения	Прогноз Мбит/сек	Реальные данные Мбит/сек	Расхождение %
1.	8273900	8282203	0.10
2.	8288900	8279528	0.11
3.	8271100	8282608	0.14
4.	8273800	8283080	0.11

### III. НЕЧЁТКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

В качестве альтернативы предлагается использовать нечёткую нейронную сеть Сугено, являющуюся структурой с многими слоями не имеющими обратных связей использующей нечёткие сигналы. Операции суммирования производятся на основе фиксированной Т-нормы и S-конормы или другой операции. Нечёткость в сетях этого типа проявляется при использовании ретроспективной информации, при формировании параметров функций принадлежности. Сами же параметры находятся на основе методов обучения нейронных сетей. На основе ретроспективной информации, были подготовлены три матрицы данных. Матрица обучающих данных, матрица тестовых данных и матрица проверочных значений. В процессе моделирования, была построена нечёткая нейронная сеть имеющая в своём составе четыре входные переменные, а так же по три термина в виде гауссовской функции.

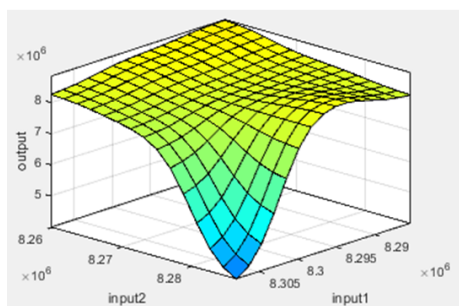


Рис. 1 – Зависимость выходной переменной нечёткой нейронной сети от входных переменных input2 и input1

На рисунках 1 - 3 показаны графики зависимостей выходного значения от четырёх входных переменных input1 - скорость доступа в первые сутки, Мб/сек; input2 - скорость доступа во вторые сутки, Мб/сек; input3 - скорость доступа в третьи сутки, Мб/сек; input4 - скорость доступа в четвёртые сутки, Мб/сек; полученные на базе правил нечёткой продукции, сформированных экспертной группой. Данные были получены от реального оборудования эксплуатируемого на се-

тях передачи данных одного из операторов связи.

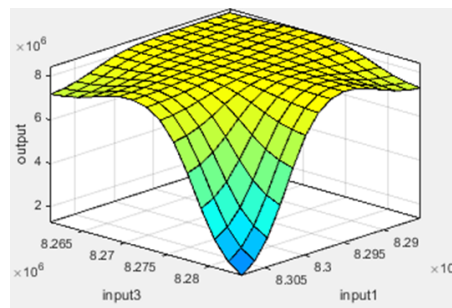


Рис. 2 – Зависимость выходной переменной нечёткой нейронной сети от входных переменных input3 и input1

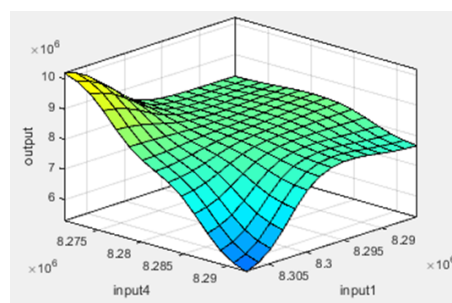


Рис. 3 – Зависимость выходной переменной нечёткой нейронной сети от входных переменных input4 и input1

Вывод нечёткой нейронной сети показал близость значений сформированных моделью и значения контрольной выборки (Таблица 3).

Таблица 3 – Результаты моделирования нечёткой нейронной сети

Прогноз Мбит/сек	Реальные данные Мбит/сек	Расхождение %
8289900	8283075	0.08

Наименьшее расхождение у сетей с 2 и 3 слоями составило 0.12% и 0.10% соответственно, лучший результат прогнозирования показывает нечёткая нейронная сеть 0.08%. По аналогии возможно прогнозирование других параметров оборудования. Полученные, с помощью нечёткой нейронной сети, прогнозы целесообразно использовать при планировании работ по замене узлового оборудования оператора связи в процессе устранения предаварийных ситуаций или планирования модернизации. В общем случае это позволит повысить готовность сетей связи для предоставления современных услуг.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневикий, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневикий. – М.: Техносфера, 2000. – 520 с.
2. Тарик, Р. Создаём нейронную сеть / Р. Тарик. – М.: Вильямс, 2017. – 272 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети. Полный курс. / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2016. – 1104 с.