

Рассмотрим пример моделирования и краткосрочного прогнозирования объемов трафиков вычислительной сети научно-производственного предприятия (25 точек наблюдения) в программной системе FuzzyTend.

1. Загрузка анализируемого временного ряда. Исследуемый ВР содержит всего 25 значений. Будем подбирать модель ко всему ВР, не используя F-преобразование.

2. Настройка шкалы (рис. 5.10). Ввод количества градаций ACL-шкалы, равного 10. Вычисленный допустимый уровень погрешности в абсолютных значениях составил 0,163; в процентах 10%.

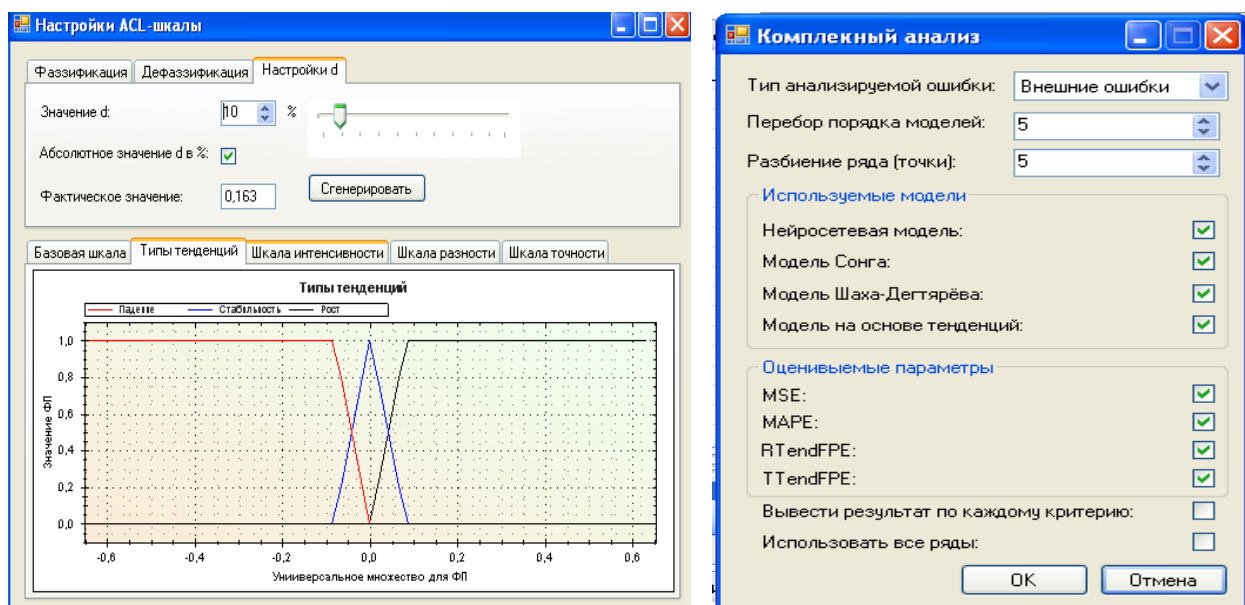


Рис. 5.10. Примеры настройки шкалы и алгоритма поиска наилучшей модели

3. Настройка и запуск процедуры поиска наилучшей из всех моделей. Параметры: тип анализируемой ошибки – внешняя; максимальный порядок моделей установлен равным 5; тестирование моделей будет проводиться на

5 значениях, что составляет 20%, не используемых при построении моделей. Для поиска наилучшей модели использован комплексный критерий, который выбирает модель, у которой в среднем лучший результат по всем критериям. В результате работы процедуры поиска наилучшей модели из совокупности базовых нечетких и нейросетевой моделей была идентифицирована и выбрана Т-модель вида F2S третьего порядка для исследуемого ВР.

4.Просмотр результатов моделирования в графической, числовой, лингвистической формах. Визуальный анализ показывает хорошее качество соответствия поведения модели динамике исследуемого ВР.

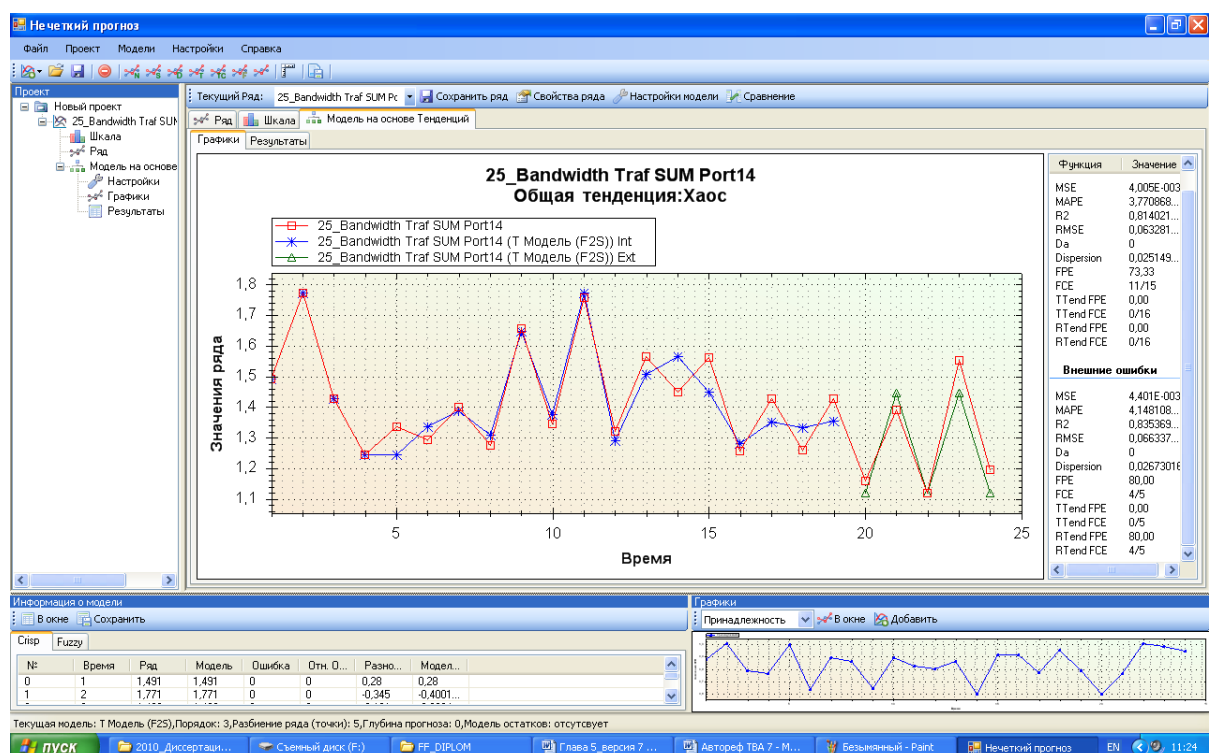


Рис. 5.11. Основное окно программного комплекса FuzzyTend

Это подтверждает соответствующий показатель  $T_{tend}=0$  как для внутренних, так и для внешних ошибок и результаты прогнозирования на тестовых значениях. Просмотр результатов моделирования значений и нечетких тенденций представлен в табл. 5.7.

Табл. 5.7. Результаты прогнозирования

№	Время	Ряд	Модель	TTend	НМ	Модел...
0	20	1,159	1,119	Рост	A1	A0
1	21	1,39	1,445	Падение	A4	A5
2	22	1,119	1,119	Рост	A0	A0
3	23	1,552	1,445	Падение	A6	A5
4	24	1,196	1,119	-	A1	A0

Следующая точность моделирования и прогнозирования значений ВР была получена для выбранной наилучшей Т-модели:

$MAPE(внутр.) = 3,77\%$ ;  $MAPE(внеш.) = 4,15\%$ ;  $СКО(внутр.) = 0,063$ ;  $СКО(внеш.) = 0,066$ .

5. Результаты лингвистического резюмирования представляют информацию о характере поведения исследуемого ВР (рис. 5.12), который можно рассматривать как реализацию нечеткого нестационарного D-процесса(тип основной тенденции «Хаос») и информацию о выбранной модели, не требующей дополнительной интерпретации.

Информация о модели:	
Т Модель (F2S),	
Порядок: 3,	
Разбиение ряда (точки): 5,	
Глубина прогноза: 0,	
Модель остатков: отсутствует	
Количество нечетких термов: 10	
d = 0,163	
Сводная информация:	
Типичная элементарная тенденция:	
Рост	
Доминирующая элементарная тенденция:	
Хаос	
Ряд характеризуется общей тенденцией:	
Хаос	
Типичные правила следования элементарных тенденций:	
if ((Input0 is Падение) and (Input1 is Рост) and (Input2 is Падение)) then (Output is Рост)	
Адекватность внутренней модели:	
Очень высокая (0,00%)	
Адекватность внешней модели:	
Очень высокая (0,00%)	
Точность внутренней модели:	
Очень высокая (3,77)	
Точность внешней модели:	
Очень высокая (4,15)	

Рис. 5.12. Лингвистическое резюмирование

## 6.Просмотр информации и структуры модели в форме совокупности нечетких правил

Табл. 5.8. Нечеткая модель ВР в форме нечетких правил

Правила		
Тенденции		
№	Правило	Частота
0	if ((Input0 is Рост) and (Input1 is Падение) and (Input2 is Падение)) then (Output is Рост)	1
1	if ((Input0 is Падение) and (Input1 is Падение) and (Input2 is Рост)) then (Output is Падение)	1
2	if ((Input0 is Падение) and (Input1 is Рост) and (Input2 is Падение)) then (Output is Рост)	8
3	if ((Input0 is Рост) and (Input1 is Падение) and (Input2 is Рост)) then (Output is Падение)	8

Частота Правил		
Правила		
Ряд		
№	Правило	Принадлежность
0	if ((Input0 is A0)) then (Output is A1)	0,755014326647565
1	if ((Input0 is A1)) then (Output is A1)	0,755014326647565
2	if ((Input0 is A1)) then (Output is A2)	0,68409742120344
3	if ((Input0 is A2)) then (Output is A3)	0,598997134670487
4	if ((Input0 is A3)) then (Output is A3)	0,598997134670487
5	if ((Input0 is A3)) then (Output is A4)	0,68538681948424
6	if ((Input0 is A4)) then (Output is A4)	0,68538681948424
7	if ((Input0 is A4)) then (Output is A5)	0,6621776504298

7. Дополнительно проведем визуальный анализ остатков модели. Показатель адекватности  $d_a$ , равный нулю, как для внутренней, так и для внешней реализации Т-модели, что свидетельствует о том, что видимые колебания временного ряда остатков не превышают заданного пользователем уровня допустимой погрешности и могут быть рассмотрены как реализация нечеткого процесса типа «белый шум» (рис. 5.13).

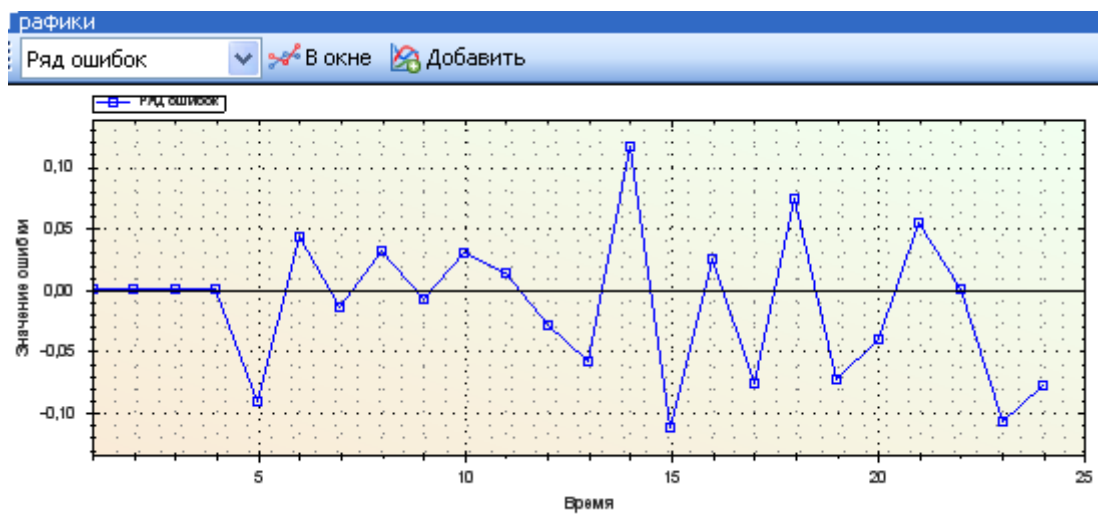


Рис 5.13. ВР остатков модели