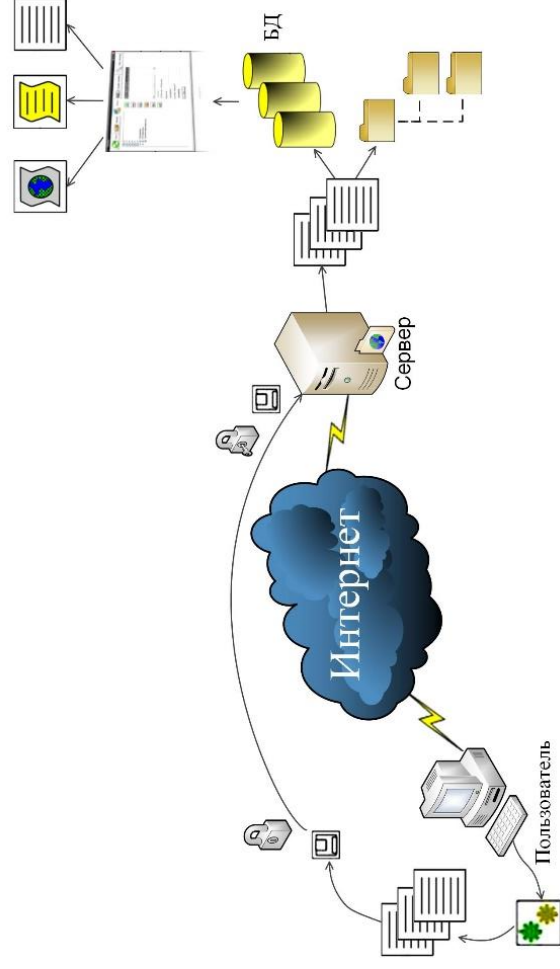


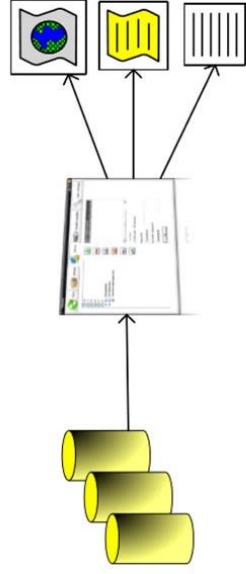
Подсистема оценки качества телекоммуникационных услуг на базе алгоритма ANFIS

Цель: Разработать программу на языке С#, предоставляющую оценку качества обслуживания телекоммуникационных сетей на основе алгоритма ANFIS с последующим занесением результата в соответствующую таблицу базы данных. Добавить в программу возможность создания отчета за выбранный период. Создать максимально простой и понятный пользовательный интерфейс программы.

Общее представление системы оценки качества телекоммуникационных услуг



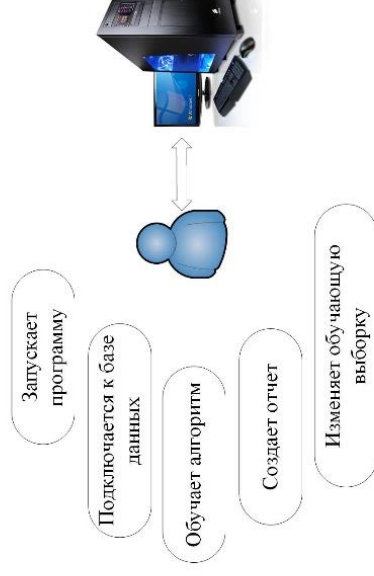
Представление подсистемы оценки качества на базе алгоритма ANFIS



Перечень задач, решенных в процессе проектирования:

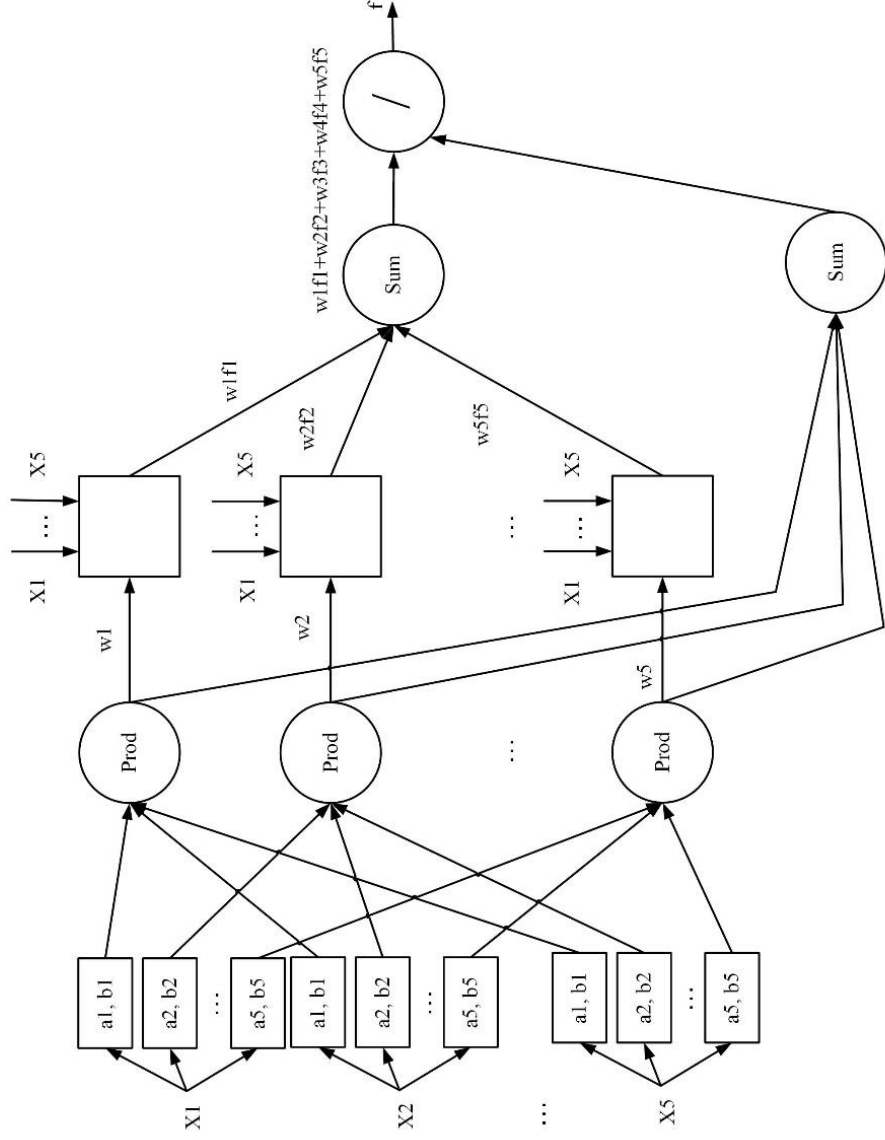
- исследование предметной области проектирования;
- определение функциональных задач;
- изучение алгоритма ANFIS;
- анализ аналогов и прототипов;
- разработка алгоритмов программы;
- разработка программы;
- отладка программы;
- разработка пользовательского интерфейса;
- тестирование программы;
- разработка конструкторской и эксплуатационной документации;
- оценка экономической эффективности;
- моделирование системы.

Взаимодействие пользователя с программой



Реализация алгоритма ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System)

Архитектура ANFIS



ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) - Адаптивные нечеткие нейронные сети. Данный алгоритм был предложен J.-S. Roger Yang в 1992 году. ANFIS имеет структуру, которая по своим функциям эквивалентна нечеткой системе логического вывода, построенной с помощью нечетких базовых правил типа Такаги - Сугено.

Модель нечёткого вывода Сугено 1-го порядка использует правила вида:

If x is A_1 and y is B_1 then $z = f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

If x is A_2 and y is B_2 then $z = f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

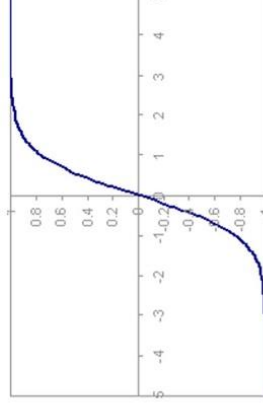
Параметры для оценки качества телекоммуникационных услуг

В качестве критериев для оценки качества оказания телекоммуникационной услуги были выбраны следующие параметры:

- уровень использования;
- скорость;
- задержка;
- ошибки;
- временное окно;
- группа пользователя.

Все параметры уже нормированы и хранятся в базе данных. Выходные данные представляют собой оценку качества телекоммуникационного соединения по пятибалльной шкале, которая автоматически заносится в бд.

Функция принадлежности



Обратное распространение ошибки: $E_n^p = \frac{1}{2} \cdot \sum_{k=1}^M (x_k - d_k)^2$

Алгоритм градиентного спуска:

$$(\omega_n^{ij})_{new} = (\omega_n^{ij})_{old} - \eta \cdot \left(\frac{\partial E_n^p}{\partial \omega_n^{ij}} \right)$$

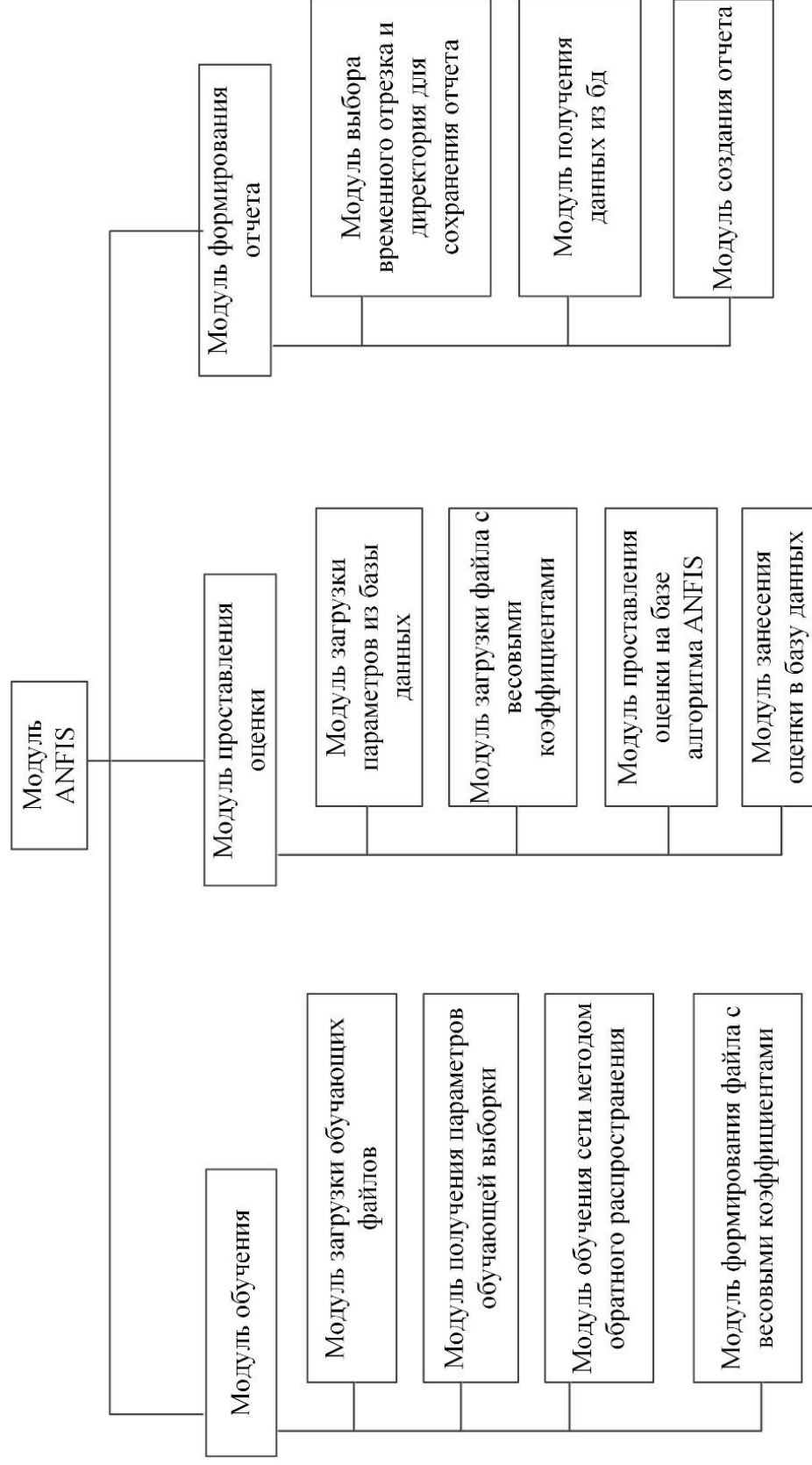
$$\frac{\partial E_n^p}{\partial \omega_n^{ij}} = x_{n-1}^j \cdot \frac{\partial E_n^p}{\partial y_n^i}$$

η характеризует скорость обучения:

$$\frac{\partial E_n^p}{\partial x_{n-1}^k} = \sum_i \omega_n^{ik} \cdot \frac{\partial E_n^p}{\partial y_n^i}$$

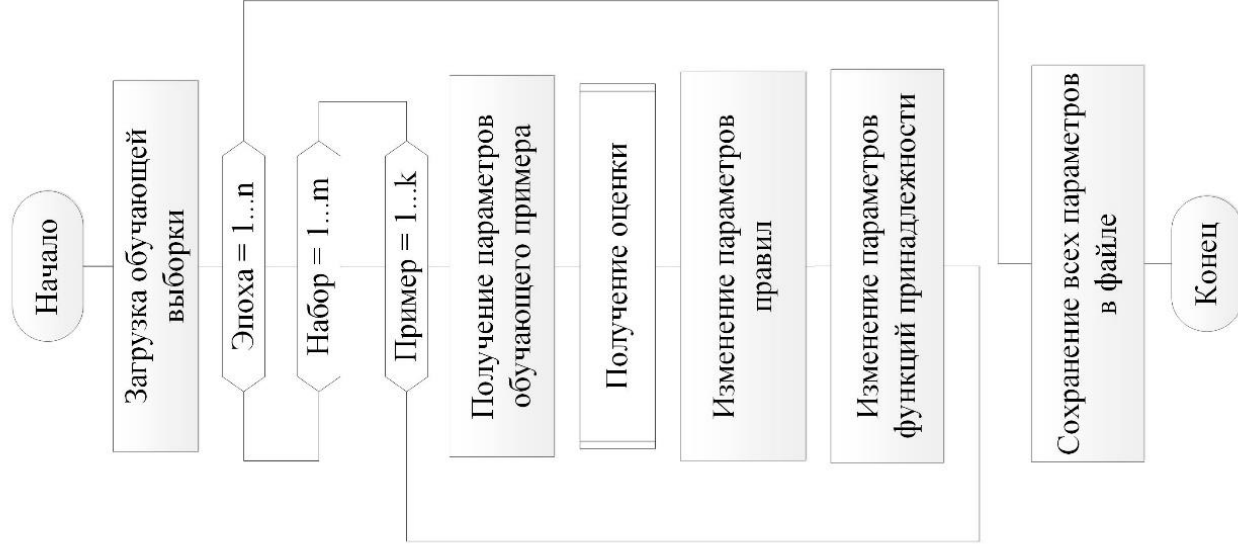
Обратное распространение на предыдущий слой:

Структурная схема



Основные алгоритмы программы

Алгоритм обучения



Функция получения оценки



Алгоритм представления оценки качества телекоммуникационных услуг

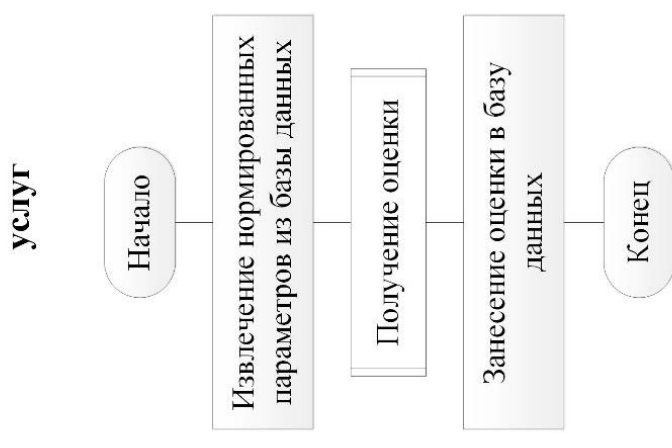


Диаграмма классов

Временные характеристики

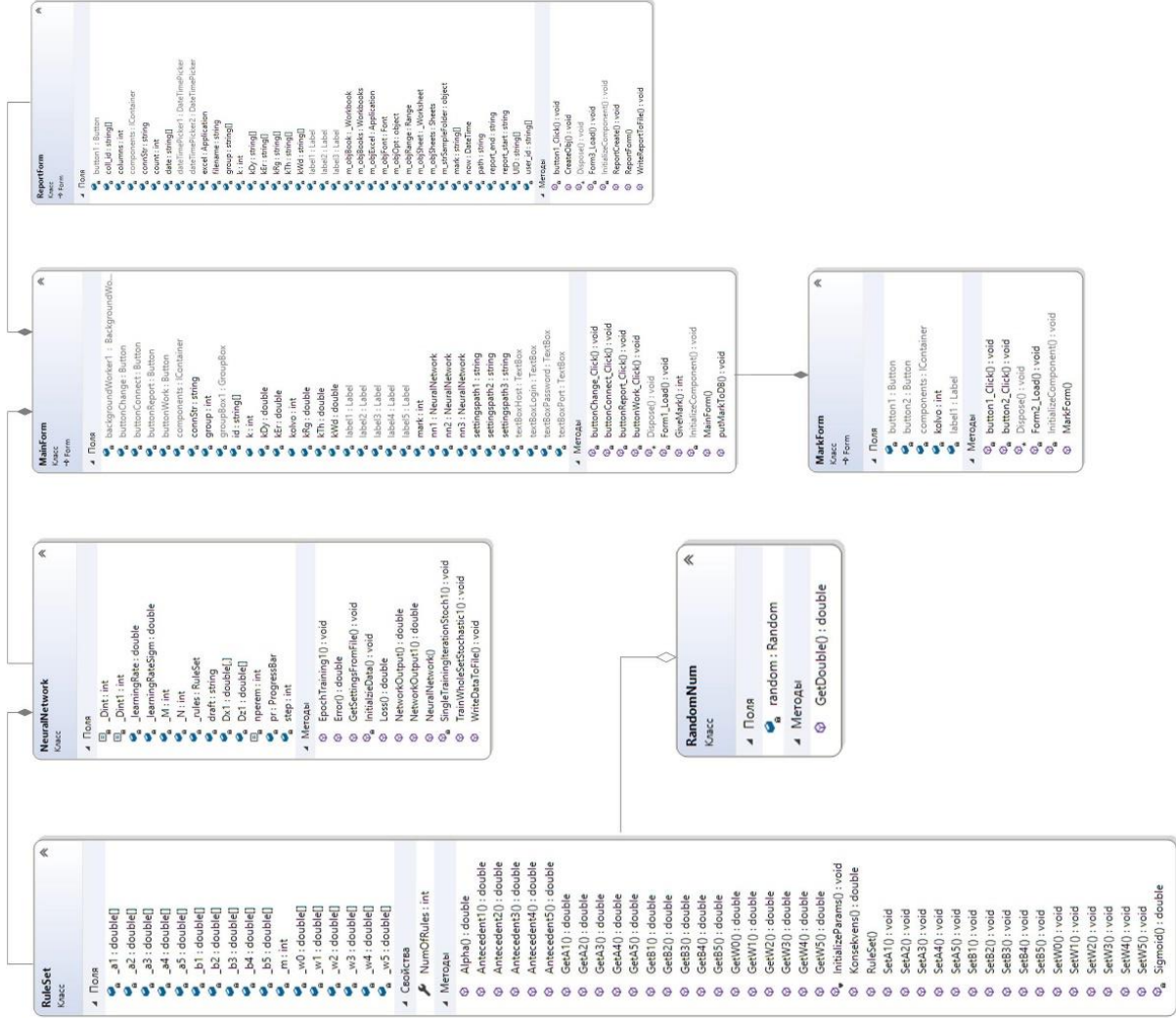
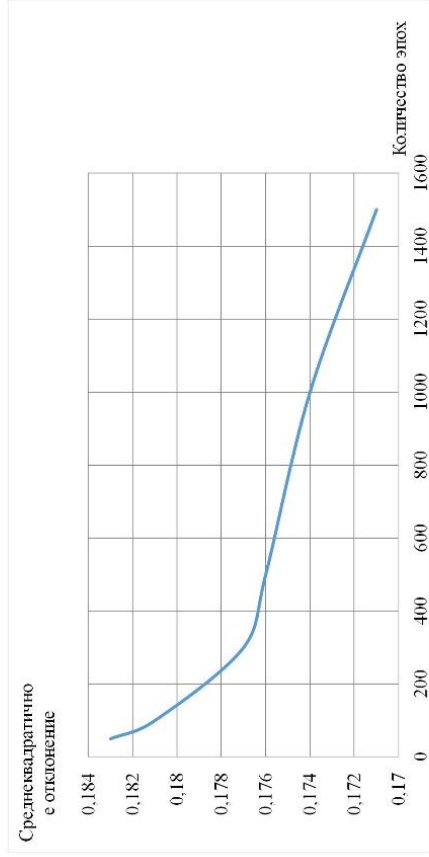


График зависимости времени обучения от размера тестовой выборки



График зависимости среднеквадратичного отклонения от размера тестовой выборки



Результаты выполнения программы

Форма создания отчета

Report

Директория для сохранения отчета:
C:\ExcelData\

Введите даты отчетного периода:
С 28.05.2018 По 28.05.2018

Создать отчет

Формы обучения алгоритма ANFIS

ANFIS_instal

Изменить обучающую выборку для первой группы

Изменить обучающую выборку для второй группы

Изменить обучающую выборку для третьей группы

Начать обучение

Готово

learn_grou...

Файл Правка Формат Вид Справка

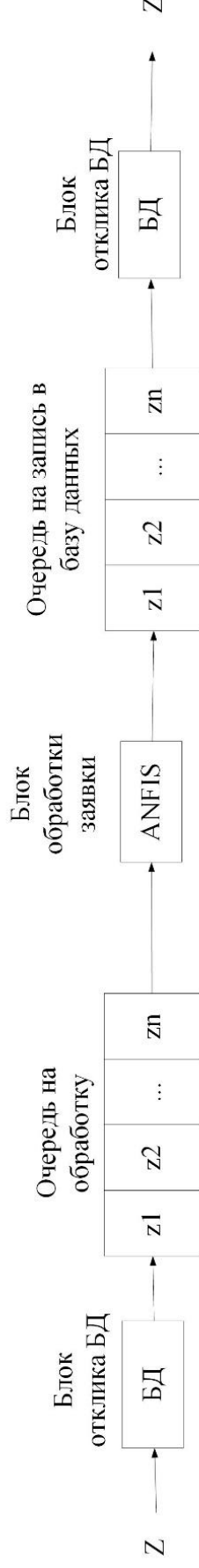
0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 1
0.2 0.1 0.1 0.1 0.1 1
0.1 0.2 0.1 0.1 0.1 1
0.1 0.1 0.2 0.1 0.1 1
0.1 0.1 0.1 0.2 0.1 1
0.1 0.1 0.1 0.1 0.2 1
0.2 0.2 0.1 0.1 0.1 1
0.1 0.2 0.2 0.1 0.1 1
0.1 0.1 0.2 0.2 0.1 1
0.1 0.1 0.1 0.2 0.2 1
0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 2
0.3 0.2 0.2 0.2 0.2 2
0.2 0.3 0.2 0.2 0.2 2

Фрагмент отчета с результатами программы

UID	Группа	Дата	Уровень использования	Скорость	Задержка	Ошибки	Временное окно	Оценка
123456	1	15.08.2014 20:59:22	0,796472	0,527879	0,483626	1	1	4
123456	1	15.08.2014 21:32:28	0,796472	0,857433	0,485326	1	1	4
123456	1	15.08.2014 22:02:44	0,756879	0,819699	0,504162	1	1	4
123456	1	15.08.2014 22:44:19	0,928862	0,314227	0,493557	1	1	4
123456	1	15.08.2014 23:14:29	0,928862	0,962134	0,491537	1	1	4
123456	1	15.08.2014 23:44:14	0,756879	0,400505	0,507962	1	1	4
123456	1	16.08.2014 00:12:44	0,756879	0,404928	0,528482	1	1	4
123456	1	16.08.2014 00:55:28	0,796472	0,503824	0,472526	1	1	4
123456	1	16.08.2014 01:25:23	0,735862	0,592352	0,456257	1	1	4
123456	1	16.08.2014 01:36:54	0,690324	0,523592	0,449294	1	1	4
123456	1	16.08.2014 02:07:38	0,556929	0,423505	0,501182	1	1	3
123456	1	16.08.2014 02:40:21	0,596442	0,401431	0,495226	1	1	3
123456	1	16.08.2014 03:09:23	0,529662	0,319831	0,469237	1	1	3
123456	1	17.08.2014 09:09:54	0,493524	0,455832	0,402994	1	1	3

Моделирование системы

Формализованная модель



Цель имитационного моделирования системы:
вычислить адекватной пропускной способности алгоритма ANFIS и количество пользователей, работающих одновременно.

Результаты моделирования:

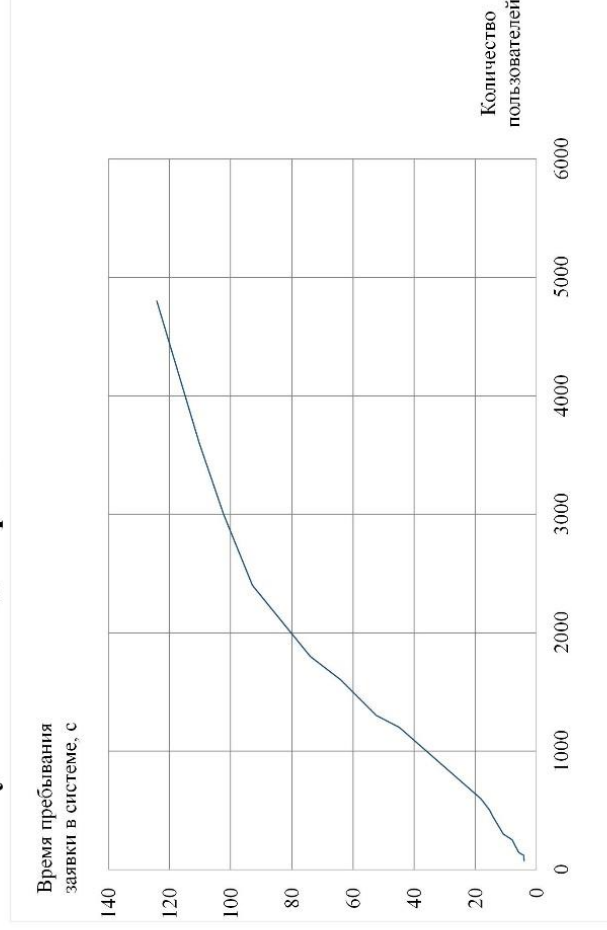


График зависимости времени нахождения заявки в системе от количества пользователей услугой

Характеристики системы:

- заявки (Z) представляют собой каждую запись базы данных с характеристиками интернет-соединения, по которой не было предоставлено оценки качества телекоммуникационной услуги;
- действует накопитель – буфер на этапе передачи (Btx), и образуется очередь на передачу (Btx);
- поток записей без оценок образуют файлы, пришедшие от всех пользователей или клиентов (Clt) вошедших в проект (имеют установленное ПО);
- считается, что в каждый момент времени может появиться только одна заявка, которая обслуживается алгоритмом ANFIS, деля для этого пропускную способность. Поток является простейшим;
- на этапе обработки не действует никакого накопителя, так как алгоритм ANFIS обрабатывает записи по одной;
- **обработать запись значит передать параметры, хранящиеся в ней в алгоритм ANFIS, проставить по ним оценку и передать поставленную оценку качества обратно в базу данных;**
- при записи оценки качества в базу данных формируется очередь.