

УДК 004.021

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тараненко В.В., Светличная В.А.

Донецкий национальный технический университет г.Донецка

Кафедра автоматизированных систем управления

e-mail: taraneno4ka@mail.ru

Аннотация

Тараненко В.В., Светличная В.А., Прогнозирование отказов телекоммуникационного оборудования. В статье рассматриваются основные проблемы современной телефонии, группы оборудования, а также поломки этого оборудования.

Общая постановка проблемы. Телефонная связь является основным видом телекоммуникации, которая непрерывно и весьма интенсивно растет как базовая для других видов связи и поэтому, развитию, совершенствованию, планированию, проектированию и прогнозированию сетей телефонной связи постоянно уделяется особое внимание. Следовательно, важно правильно отладить режимы активного состояние оборудования, работающие в реальном времени, применительно к сложным телекоммуникационным сетям особо крупных размеров.

В АТС можно выделить три группы оборудования:

1. Оборудование станций. В состав этих станций входят: коммутаторы, факсимильные аппараты, блоки конференцсвязи, распределители источников тональных сигналов и т.д.
2. Оборудование связи с абонентами. К числу такого оборудования относят линии связи, сетевые кабели.
3. Оборудование связи АТС между собой. Такое оборудование чаще всего называют транспортными сетями.

Таким образом, АТС является большой и сложной системой, которая требует соответствующего современного процесса управления и контроля. Сеть АТС Донецка является одной из достаточно больших в стране, соответственно нагрузки на сеть очень велики и поломки неизбежны, поэтому процесс учёта отказов требует отдельной автоматизированной системой управления. Пример такой системы является информационно-вычислительная система ОПЭС «Донецктелеком» представленная на рисунке 1.

Одним из наиболее важных участков работы системы ликвидации и учёта отказов является отдел бюро ремонта, который занимается непосредственным приёмом заявок, определением типа поломки, направлением мастеров, ведением учёта запасного оборудования. Именно этот отдел является своеобразным коммутатором, благодаря которому АТС всего города не теряют связь между собой. В последнее время в связи с появлением большого количества новых средств обмена информацией, таких как всемирная сеть Internet, мобильная связь нагрузка на телекоммуникационное оборудование значительно возросла.

Соответственно, можно сделать вывод, что усовершенствование данной системы управления ремонтом является одним из важных направлений современной сферы телекоммуникаций.

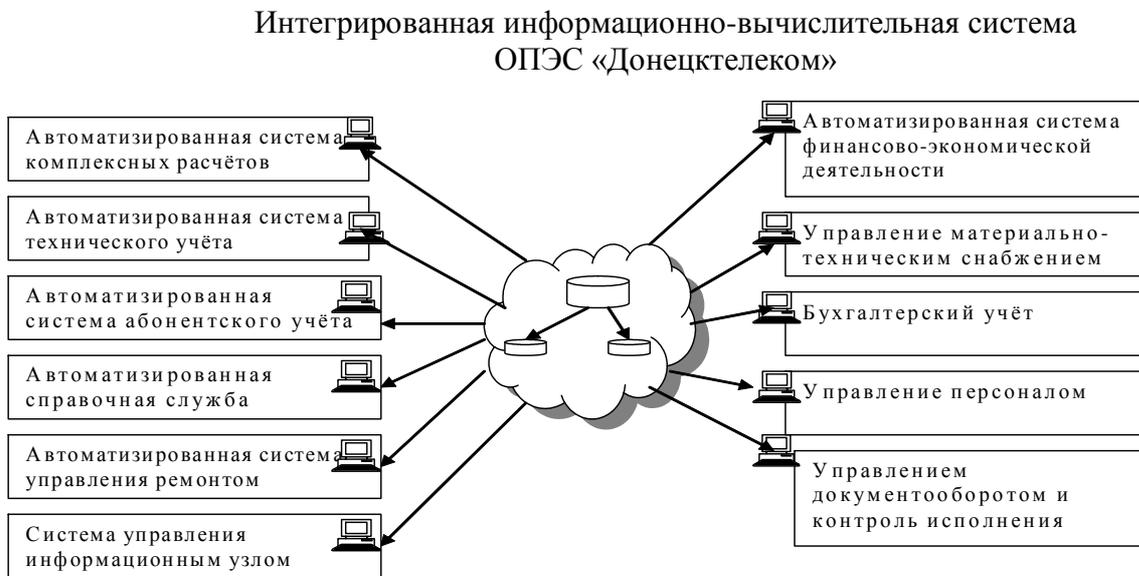


Рисунок 1 - Информационно-вычислительная система «Донецктелеком».

Постановка задач исследования. При анализе существующих отказов оборудования АТС, отказы можно классифицировать по техническим устройствам самой АТС. Как было сказано выше, современное оборудование АТС состоит из трёх основных групп: оборудования станций, оборудование связи с абонентами, оборудования связи АТС между собой.

На АТС имеется «горячий» резерв оборудования первой группы на случай того, если какой-либо блок или плата сломаются, однако, вероятность поломки такого рода оборудования достаточно мала.

Поломки второй группы оборудования легко устранимы и не несут большой опасности для всей сети телекоммуникации.

Что касается третьей группы оборудования, то выход из строя такого оборудования влечёт за собой целый ряд последствий устранение, которых занимает достаточно много времени и средств.

Следовательно, основные поломки и отказы телекоммуникационного оборудования приходится на так называемые транспортные сети, то есть каналы связи. Несмотря на то, что паспортный показатель согласно ГОСТу у каналов связи достаточно высок, на практике же, по данным статистики, он значительно ниже.

Таким образом, актуальной является задача учёта и анализа отказов транспортных сетей. Возникший отказ требует выполнения ремонта, а это в свою очередь, требует определённых материальных затрат, связанных как с оплатой работы, так и с заказом, доставкой технического оборудования для выполнения ремонта. Так как отказы телекоммуникационных сетей требуют самого быстрого устранения, отделы ремонта АТС должны быть оснащены всем необходимым современным техническим оборудованием. Отсюда возникает задача прогнозирования появления отказов с целью обеспечения своевременного и качественного ремонта.

Решение задачи и результаты исследований. Для выбора и реализации метода прогноза необходимо выполнить анализ процесса отказов. С этой целью были использованы статистические данные по отказам на нескольких АТС города Донецка за 5 лет, которые содержат количество отказов по месяцам. Пример графика количества отказов представлен на рисунке 2:



Рисунок 2 - График количества отказов за пять лет.

Анализ представленных статистических данных позволяет сделать вывод о том, что данный временной ряд обладает трендом (сезонностью), что можно наблюдать на рисунке 2.

Методы анализа рядов динамики - где мы имеем одну переменную, которая изменяется во времени и ее будущие значения зависят от прошлых. Если y_t - значение переменной в момент времени t , то уравнение для y_t имеет вид:

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_0, t) \quad (1)$$

Цель анализа временного ряда - найти характер функции f и дать возможность спрогнозировать значение y_t . Методы временных рядов особенно эффективны для краткосрочного прогнозирования, где прошлое поведение отдельной переменной является хорошим индикатором будущего поведения, по крайней мере, в краткосрочной перспективе.

1. Одним из наиболее стандартных методов прогнозирования следует считать метод экстраполяции, т.е. распространение выводов, сделанных в результате изучения одной части явления, на другую часть этого явления.

Метод экстраполяции может быть использован, если:

- количество абонентов региона в будущем будет подвержено подробному исследованию;
- в прошлом, развитие сети было регулярным и разумным;
- можно пренебречь небольшими колебаниями роста количества абонентов во времени и рамках сети телекоммуникации.

Существуют прямой и косвенный методы экстраполяции. В случае прямой экстраполяции изменения рассматриваемых величин во времени известны.

При косвенной экстраполяции рассматриваемые величины пропорциональны величинам, функции которых, выраженные во времени, известны.

Прямая экстраполяции в свою очередь делится на линейную, нелинейную и приростную.

Прогнозирование с линейной экстраполяцией можно производить с помощью стягивания кривой в прямую линию, полученную на основе известных величин.

2. метод экспоненциального сглаживания — один из простейших и распространенных приемов выравнивания ряда. Экспоненциальное сглаживание можно представить как фильтр, на вход которого последовательно поступают члены исходного ряда, а на выходе формируются текущие значения экспоненциальной средней.

Пусть $X = \{x_1, \dots, x_t\}$ - временной ряд. Экспоненциальное сглаживание ряда осуществляется по рекуррентной формуле:

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_{t-1}, \quad \alpha \in (0,1) \quad (2)$$

Чем меньше α , тем в большей степени фильтруются, подавляются колебания исходного ряда. Если к моменту начала сглаживания существуют более ранние данные, то в качестве начального значения S_0 можно использовать арифметическую среднюю всех имеющихся данных или какой-то их части.

3. Метод скользящей средней - показывает среднее значение отказов за некоторый период времени. При расчёте скользящего среднего производится математическое усреднение количества отказов за данный период. Главный недостаток некотором запаздывании сигналов об отказе.

4. Модель Хольта - решает задачу прогнозирования, учитывая влияние тренда. Пусть задан временной ряд: $y_1 \dots y_t, y_t \hat{R}$ и на данных существует линейный тренд:

$$\tilde{y}_{t+d} = a_t + db_t, \quad (3)$$

где a_t - прогноз, очищенный от тренда (по сути экспоненциальное сглаживание), b_t - параметр линейного тренда:

$$a_t = a_1 y_t + (1 - a_1)(a_{t-1} - b_{t-1}) \quad (4)$$

$$b_t = a_2 (a_t - a_{t-1}) + (1 - a_2)b_{t-1}; \quad (5)$$

Важной проблемой является выбор коэффициентов $a_1, a_2 \hat{(0,1)}$, которые определяют чувствительность модели. Чувствительная модель быстро реагирует на реальные изменения, а нечувствительная не реагирует на шум и случайные отклонения. Недостатком метода является, что учитываются лишь линейные тренды и не учитывается сезонность.

5. Модель Хольта-Уинтерса учитывает экспоненциальный тренда и аддитивную сезонность. Пусть задан временной ряд: $y_1 \dots y_t, y_t \hat{R}$.

$$\tilde{y}_{t+d} = a_t (r_t)^d \Theta t + (dMODs) - s; \quad (6)$$

$$\alpha_t = \alpha_1 (y_t / \Theta_{t-s}) + (1 - \alpha_1)\alpha_{t-1}r_{t-1}; \quad (7)$$

$$r_t = \alpha_3 (\alpha_t / \alpha_{t-1}) + (1 - \alpha_3)r_{t-1}; \quad (8)$$

$$\Theta_t = \alpha_2 (y_t / \alpha_t) + (1 - \alpha_2)\Theta_{t-s}; \quad (9)$$

где s - период сезонности, $\Theta_i, i \in 0 \dots s - 1$ - сезонный профиль, r_t - параметр тренда, a_t - параметр прогноза, очищенный от влияния тренда и сезонности.

Оптимальные параметры $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \hat{(0,1)}$ предлагается находить экспериментальным путем.

6. Модель Тейла-Вейджа - усложненная модель Хольта, учитывающая сезонность и аддитивный тренд, в отличии от модели Хольта-Уинтерса аддитивно включает линейный тренд. Пусть задан временной ряд: $y_1 \dots y_t, y_t \hat{R}$.

$$\tilde{y}_{t+d} = a_t db_t \Theta t + (dMODs) - s; \quad (10)$$

$$\alpha_t = \alpha_1 (y_t - \Theta_{t-s}) + (1 - \alpha_1)(\alpha_{t-1} + b_{t-1}); \quad (11)$$

$$b_t = \alpha_3 (\alpha_t - \alpha_{t-1}) + (1 - \alpha_3)b_{t-1}; \quad (12)$$

$$\Theta_t = \alpha_2 (y_t - \alpha_t) + (1 - \alpha_2)\Theta_{t-s}; \quad (13)$$

где s - период сезонности, $\Theta_i, i \in 0 \dots s - 1$ - сезонный профиль, b_t - параметр тренда, a_t - параметр прогноза, очищенный от влияния тренда и сезонности.

Выбирать параметры $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \in (0,1)$ предлагается экспериментально, используя метод минимизации среднеквадратичной ошибки:

$$e_t^2 = (y_t - \tilde{y}_t)^2 \quad (14).$$

Анализ методов прогнозирования показал, что Модель Тейла-Вейджа, среди рассмотренных выше методов в большей степени отвечает необходимым требованиям для прогнозирования отказов телекоммуникационного оборудования.

На основе выше рассмотренных методов были определены: значение тренда, сезонная компонента, а так же построена модель прогноза. График модели представлен на рисунке 3.

Построенная модель

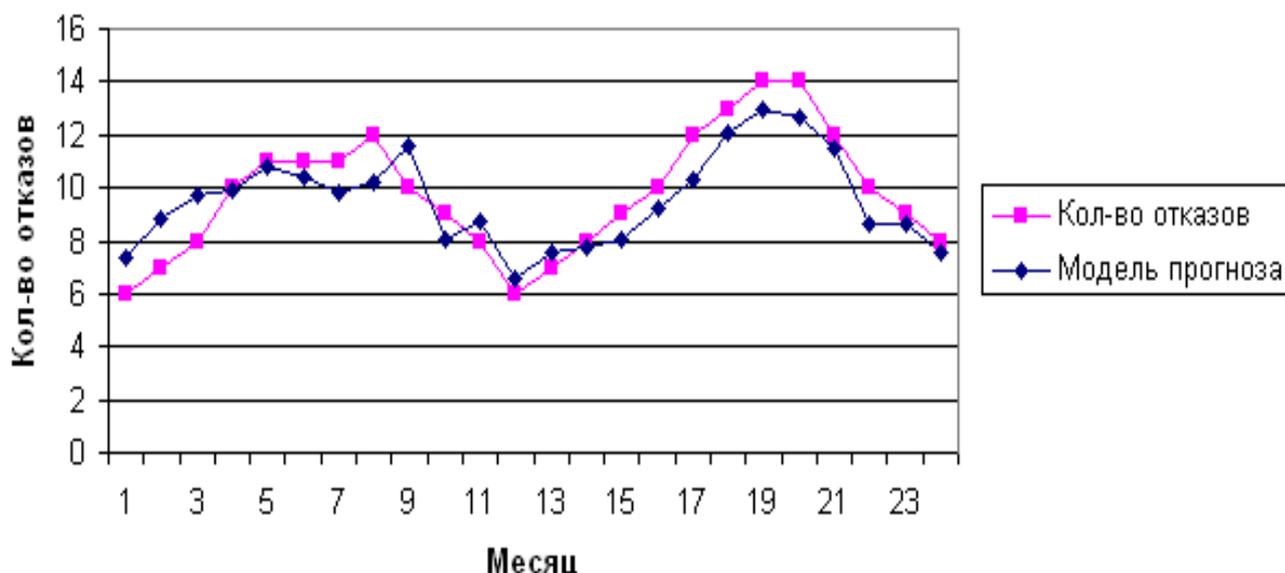


Рисунок 3 - Модель прогноза количества отказов.

Выводы. В заключении можно сделать вывод о том что усовершенствование данной системы учёта отказов является одним из приоритетных направлений современной сферы телекоммуникаций, отделы ремонта АТС должны быть оснащены всем необходимым современным техническим оборудованием, а также что Модель Тейла-Вейджа в большей степени отвечает необходимым требованиям для прогнозирования отказов телекоммуникационного оборудования.

Список литературы

1. Гуров С.В. Основы теории надёжности». - СПб: Издательство БХВ - Петербург – 2006. – 560 с.
2. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. — М. - 2003.
3. Курносков В. И. Михачев А. М. Методология проектных исследований и управления качеством сложных технических систем электросвязи. – СПб:Тирекс, 1998
4. Множественная регрессия // Электронный учебник StatSoft. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/HOME/TEXTBOOK/modules/stmulreg.html#index>. - Заголовок с экрана
5. Надёжность телекоммуникационного оборудования // Автоматика, связь, информатика. – №9. – 2007.