

**МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕПОЛАДОК
В ЭКСПЛУАТАЦИИ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ
БАЗОВЫХ ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ**

Филиппов А.Г. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Золин А.Г.
(Университет ИТМО)

Введение. Компания ПАО «МТС» – российская компания, предоставляющая телекоммуникационные услуги, цифровые и медийные сервисы в России и странах Восточной Европы [1]. У «МТС» существует специальная служба, которая на постоянной основе проводит сравнительное полевое тестирование (бенчмаркинг) качества услуг мобильной связи всех существующих операторов. Одной из задач по анализу результатов полевого тестирования является обнаружение неполадок в эксплуатации антенно-фидерных устройств базовых приёмопередающих станций. В настоящей работе рассматриваются два вида неполадок, автоматизация обнаружения которых предоставляет особый интерес: «перепутка» и «овершутер».

Основная часть. Разработка системы по идентификации неполадок обеспечивается решением задач по: работе с базой данных MS SQL (штатный программный комплекс NQDI [2] использует именно MS SQL для хранения результатов бенчмарка), реализации алгоритмов и основной бизнес-логики системы, взаимодействию с файловой системой компьютера, визуализации и представлении результатов работы программы. Предполагается, что система забирает из базы данных необходимую информацию, передает её разрабатываемой системе, которая, в свою очередь, производит вычислительные операции, и уже на выходе эксперт получает файл – интерактивную карту с отмеченными неполадками в сотовой мобильной сети. Выделим методы решения поставленных задач:

- Метод извлечения знаний из базы данных.
Как для перепуток, так и овершутеров, необходимо отображать на карте все базовые станции, независимо того, была ли на них неполадка или нет. Таким образом, логика SQL-запросов сводится к связыванию абонентов с базовыми станциями, при этом информация о последних выводится полностью, а абоненты показываются только в тех случаях, когда они действительно были обслужены базовой станцией.
- Метод определения перепуток.
В результате анализа множества ситуаций, классифицируемых экспертом как перепутка или её отсутствие, было принято решение, в рамках определения перепуток:
 - 1) отбирать среди абонентов К-первых по наибольшему уровню сигнала (RSSI [3]). Число К задается экспертом;
 - 2) рассчитывать угол между отрезками «базовая станция – её сектор» и «сектор – абонент». Если этот угол оказывается меньше значения, заданного экспертом, наблюдение классифицируется за неполадку и регистрируется как перепутка.Алгоритмическая сложность представленного алгоритма равна N , где N – это количество абонентов.
- Метод определения овершутеров.
Эксперт выделяет три критерия при определении овершутера:
 - 1) минимальное расстояние от абонента до обслуживающей его станции;
 - 2) минимальную разницу расстояний от абонента до обслуживающей его станции и от абонента до отличной базовой станции;
 - 3) минимальное количество отличных, более близких к абоненту базовых станций.

Алгоритмическая сложность разработанного алгоритма, учитывающего указанные критерии, равна $N \times M$ в среднем и худшем случаях, где N – это количество абонентов, а M – количество базовых станций. В лучшем случае, сложность понижается до N , однако, этот случай маловероятен.

- Метод формирования отчетной интерактивной карты. Выходной файл, формируемой системой, представляет собой интерактивную карту с отображающейся рядом таблицей, содержащей записи об определенных системой неполадках сотовой мобильной связи. Для повышения комфорта эксперта, таблица синхронизирована с картой, что весомо упрощает процесс оценки экспертом каждого конкретного случая неполадки. Аналогично, при визуализации овершутеров, эксперт имеет возможность скрывать измерения и сами базовые станции, что позволяет производить более точную конечную оценку подозрению на неполадку.

Выводы. Разработанная система, сочетающая в себе элементы экспертной системы и системы поддержки принятия решений, успешно проходит фазу тестирования на базе предприятия. Необходимо отметить, что выявляемые системой неполадки имеют лишь вероятностный характер, однако, вероятность в подавляющем случае остается приемлемо высокой. В целях развития проекта, планируется реализация модели обучения, предоставляющей пользователю возможность отмечать, является ли конкретный случай за неполадку или нет. Это необходимо для того, чтобы накопленный набор данных с бинарным выходным сигналом можно было использовать для тренировочной модели. Тренировочную модель впоследствии можно будет использовать для обучения системы на новых данных, что позволит предсказать перепутки и овершутеры с определенной долей вероятности. Таким образом, получится повысить точность обнаружения неполадок, а также снизить человеческий фактор, влияющий как на субъективность итогового результата, так и на эффективность его получения.

Список использованных источников:

1. Информация о МТС [Электронный ресурс]. – Официальный сайт ПАО МТС. – URL: <https://moskva.mts.ru/about/informaciya-o-mts/mts-v-rossii-i-v-mire/o-kompanii/informaciya-o-mts> (дата обращения: 20.02.2023).
2. Rohde & Schwarz – NQDI [Электронный ресурс]. – Rohde & Schwarz / Products / NQDI – https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/Rohde-Schwarz_NQDI_3607-1642-12_v0400.pdf (дата обращения: 20.02.2023).
3. RSSI, SINR, RSRP, RSRQ - параметры качества сотового сигнала [Электронный ресурс]. – Официальный сайт Vegatel. – URL: <https://www.vegatel.ru/articles/rssi-sinr-rsrp-rsrq-parametry-kachestva-sotovogo-signala> (дата обращения: 20.02.2023).