

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ.

Киямов Рахматулло Рузиевич.

Касбински техникум пищевой промышленности

rahmatullo.kiyamov@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены особенности планирование и оптимизация мобильных телекоммуникационных сетей, также в статье рассказывается о начальных и непрерывных **оптимизациях**.

Annotation: the article discusses the features of planning and optimization of mobile telecommunication networks; the article also talks about initial and continuous optimizations.

Annotatsiya: maqolada mobil telekommunikatsiya tarmoqlarini rejalashtirish va optimallashtirish xususiyatlari ko'rib chiqiladi.

Ключевые слова: уровень, планирование, оптимизация, анализ, аналитическая информация, целевые показатели.

Введение

Достижение целевых показателей по покрытию, качеству связи и качеству обслуживания

Выход на рынок 5G NR и других новых технологий, включая NB-IoT и LTE-M, инициировал значительный рост интереса к решениям для оптимизации сетей и устранения имеющихся в них проблем. Для поддержания требуемого уровня качества восприятия (QoE) конечным пользователем и рабочих характеристик сети решения для испытаний, ориентированные на конкретные сценарии использования, должны обеспечивать надежный сбор данных и функции углубленного анализа данных.

Собранные данные и результаты анализа помогают операторам эффективно и системно оценивать характеристики сети, определять уровень QoE и выявлять

влияющие на характеристики сети факторы. Аналитическая информация, полученная на основе надежных и точных данных, помогает операторам принимать взвешенные и обоснованные решения в отношении стратегических инвестиций.

Основная часть

Оптимизация сетей включает в себя две основные фазы, а именно начальную оптимизацию и непрерывную оптимизацию. Начальная оптимизация выполняется во время ввода сети в эксплуатацию с целью полноценной подготовки сети к запуску. Целью является гарантированное достижение согласованных целевых показателей по покрытию, качеству связи и качеству обслуживания. Соответствующие задачи часто представляются в виде целевых значений для наборов ключевых показателей эффективности (КПЭ), которые помогают оценивать рабочие характеристики сети и качество услуг абонентского доступа.

Непрерывная оптимизация — это составная часть сетевых операций, которая имеет особенно важное значение в настоящее время, когда под влиянием быстрого развития технологий сети постоянно меняются:

- Пропускная способность сетей должна постоянно увеличиваться в связи с возрастающим трафиком
- В эксплуатацию регулярно вводятся новые сетевые компоненты
- Вводятся новые услуги, покрытие расширяется

Непрерывную оптимизацию можно рассматривать как циклический двухэтапный процесс, включающий в себя сбор данных и анализ данных.

Этап 1 — сбор данных: оцениваются рабочие характеристики сети и услуг абонентского доступа, выполняется сбор необходимых данных. Наборы входных данных собираются из различных источников, начиная от счетчиков статистики, показания которых генерируются в сетевых компонентах, и заканчивая данными по измерениям, получаемыми во время измерения покрытия и испытаний методом обхода.

Этап 2 — анализ данных: этот процесс должен обеспечивать автоматическую обработку данных и максимально точный анализ для получения аналитической информации о сети. В завершение этапа вырабатываются, принимаются и внедряются корректирующие меры и изменения в сети.

Основными направлениями в совершенствовании систем радиосвязи являются использование новых физических принципов функционирования, интеллектуализация на основе современной компьютерной техники, повышение роли устройств обработки информации, расширение применяемого диапазона радиоволн и условий функционирования.

Создание высокоэффективных радиосистем связано с решением ряда задач анализа и синтеза, учитывающих возможные состояния функционирования. За последние 15 лет огромный успех мобильных телефонных систем послужил стимулом для развития технологий и внес большой вклад в подходы к математическому моделированию и алгоритмы оптимизации проектирования и принятия управленческих решений. На этапе строительства и эксплуатации телекоммуникационной сети оператор заинтересован в том, чтобы сеть соответствовала необходимым критериям надежности и качества предоставляемых услуг. Задача выбора наилучшего варианта телекоммуникационной сети на этапе проектирования в условиях ограниченного финансирования является наиболее типичной.

Современные телекоммуникационные сети становятся все более сложными, к ним предъявляются противоречивые технико-экономические требования,

которые характеризуются совокупностью показателей качества. Как правило, показатели качества зависимы между собой и являются антагонистическими. Телекоммуникационную сеть, как один из видов сложной информационной системы, можно представить упорядоченным набором элементов, свойств и их соотношений. Их конкретное задание определяет структуру, параметры и эффективность сети.

Как правило, существует некоторое множество допустимых проектных решений и необходимо выбирать наилучшие (оптимальные по заранее заданному критерию) в задачах долгосрочного планирования и проектирования телекоммуникационных сетей, а также краткосрочного планирования и ситуативного управления с учетом совокупности показателей качества. Поэтому актуальным является применение методов многокритериальной оптимизации для принятия оптимальных проектных решений.

Вопросы частотно-территориального планирования различных видов телекоммуникационных сетей и организации радиосвязи рассматривались в своих работах известными российскими специалистами, такими как Цимбал В.А. [2, 3], Бабков В.Ю. [14, 15], Самойлов А.Г. [4, 5], Румянцев К.Е. [1] и другими, а так же зарубежными авторами - Мишра А.Р. [6, 7, 8], Шевалир К. [9], Гарг В.К. [10, 11].

Проведенный анализ современных методов планирования сетей радиосвязи показал, что задачи проектирования не ставятся как многокритериальные задачи оптимизации с учетом совокупности противоречивых технических и экономических требований. Полученные в результате проектные варианты не являются оптимальными по совокупности показателей качества, что приводит к необходимости перепланировок данных сетей после введения их в эксплуатацию и проведения мониторинга. Планирование сети мобильной связи включает в себя выбор местоположений для установки базовых станций, установку их параметров (мощность, высота антенны, направленность и т.д.) и распределения частот, для того чтобы покрыть зону обслуживания и обеспечить достаточную емкость в каждой соте. Из-за сложности поставленной задачи, для сетей второго поколения решение часто разбивается на две фазы [12]. Сначала проводят планирование покрытия, чтобы гарантировать достаточный уровень принимаемого сигнала на всей площади зоны обслуживания. Затем базовым станциям распределяются доступные частоты, учитывая ОСИ и требования по емкости. Сотовые сети

второго поколения были разработаны в основном для телефонии и передач данных с невысокой скоростью. Вместе с сетями третьего поколения были представлены новые мультимедийные и высокоскоростные сервисы. Такие системы как UMTS, CDMA2000 основаны на технологии широкополосного множественного доступа с кодовым разделением (W-CDMA) [13]. Кодовое разделение, используемое одной базовой станцией ортогонально в обе стороны, в то время как для сигналов, полученных от разных станций

(базовых или мобильных), его можно рассматривать как псевдослучайное. В идеальной среде передачи и объединении сигнала, на стороне получателя можно полностью избежать интерференции ортогональных сигналов и уменьшить ее у остальных с помощью коэффициента расширения спектра – отношения между скоростью передачи сигнала с расширенным спектром к скорости передачи информации. Из-за многолучевого эффекта при беспроводной передаче,

У всех операторов есть показатели качества связи, такие, как скорость передачи данных, качество голосовых сервисов, количество обрывов и т.д. Задача планировщика – смоделировать сеть в конкретном месте для заданного количества абонентов с определенным уровнем качества.

Всё начинается с разведки зоны, на которой требуется организовать связь. Планировщик изучает размер территории, ее рельеф, застройку, количество абонентов, сервисы, которые должны быть им предоставлены.

Расставляя базовые станции на местности, планировщик с помощью специальных программ может оценить насколько его решение будет соответствовать требованиям. Кроме этого, он анализирует статистику по окружающим территориям: насколько загружены ближайшие базовые станции, требуется ли включение дополнительных диапазонов, чтобы перераспределить нагрузку с соседних станций и «подтянуть» показатели качества связи на проблемных участках.

Если планировщик планирует то, чего пока нет, то оптимизатор оптимизирует то, что уже есть. Оптимизация требует обратной связи, больших объёмов актуальных данных, результатов измерений.

Это всегда процесс проб и ошибок, результат анализа свежей статистики, движения трафика, а также различные эксперименты, куда без них.

Например, внедрение новых технологий в существующие стандарты, добавление дополнительной агрегации частот, модуляции, схемы кодирования, всего, что направлено на повышение емкости и эффективности уже существующей сети. Оптимизатор должен идти в ногу со временем и постоянно анализировать результаты своих действий.

Оптимизатор работает с ПО сетевых элементов, то есть базовых станций. Их десятки тысяч, и работать с каждым отдельным системным элементом невозможно. Для выполнения такой работы можно использовать систему SON (Self-Optimizing Network). Такая система берет на себя рутинные операции: прописывание соседних базовых станций, чтобы они могли взаимодействовать друг с другом, регулировку мощности, углов наклона и т.д.

Без специализированного программного обеспечения большую часть настроек сети оптимизаторы проводят вручную по каждой станции или по небольшой группе станций. Работав специализированной программой оптимизаторы чаще настраивают софт и специальные скрипты, которые, в свою очередь, позволяют настраивать сеть в целых регионах.

Без использования автоматизированных систем работать с сегодняшним объемом сети, просто невозможно – не хватит рук и глаз, чтобы за всем уследить.

Вывод

Оптимизация помогает настраивать сеть под изменение внешних условий: например, изменить углы наклона антенн и тем самым уменьшить зону покрытия в одном секторе и увеличить в другом, или сбалансировать трафик параметрическими моделями. Когда оптимизатор исчерпал имеющиеся у него возможности, должны подключаться планировщики.

Многие задачи можно решать удалённо: существуют цифровые модели местности, информационные ресурсы, софт для моделирования покрытия сети. Бывают ситуации, когда необходимы выезды, например, на сложные объекты, массовые мероприятия, спортивные сооружения, места скопления людей.

Сложные задачи – это, как правило, ситуации с большим скоплением абонентов в одной локации. Когда десятки тысяч людей собираются в одном месте, генерируется очень большой трафик, и базовые станции, которые в обычные дни спокойно справляются с трафиком, начинают «задыхаться», а скорости у абонентов снижаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков В. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Бабков, М. Вознюк, П. Михайлов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 226 с.
2. Бабков В. Сотовые системы мобильной радиосвязи: Учеб. пособие / В. Бабков, И. Цинкин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.
3. Котенко В.В. Теория информации и защита телекоммуникаций: монография / В.В. Котенко, К.Е. Румянцев. - Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2009. - 369 с.
4. Самойлов А. Формирование радиосигналов: концепции, методы, устройства / А. Самойлов, С. Самойлов. - Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 345 с.
5. Полушин П. Избыточность сигналов в радиосвязи / П. Полушин, А. Самойлов. - М.: Радиотехника, 2007. - 256 с.
6. Цимбал В. Информационный обмен в сетях передачи данных. Марковский подход. Монография. / В. Цимбал. - М.: Вузовская книга, 2014. - 114 с.

7. Цимбал В. Математическое моделирование процесса установления соединения в сети сотовой связи GSM / В. Цимбал, А. Васильченко, А. Кочуров // Известия Института инженерной физики. - 2015. - Т.37, №3. - С.16-22.
8. Chevallier C. WCDMA (UMTS) deployment handbook / C. Chevallier. - Chichester West Sussex England, Hoboken NJ: John Wiley & Sons, 2006. - 387 p.
9. Fundamentals of cellular network planning and optimisation / ed. A. R. Mishra. - Chichester: Wiley, 2004. - 286 p.
10. Garg V.K. IS-95 CDMA and cdma2000 / V.K. Garg. - Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2000. - xxii, 423.
11. Garg V.K. Wireless communications and networking / V.K. Garg. - Amsterdam, Boston: Elsevier Morgan Kaufmann, 2007. - 1 online resource (xxvii, 821).
12. E. Amaldi, A. Capone, F. Malucelli, C. Mannino. Optimization problems and models for planning cellular networks, Springer US, Handbook of optimization in telecommunications, 2006, С. 917-939.
13. А.Н. Берлин. Цифровые сотовые системы связи, М.: Эко-Трендз, 2007, 296с.
14. Бабков В. Сотовые системы мобильной радиосвязи: Учеб. пособие / В. Бабков, И. Цинкин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.
15. Бабков В. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Бабков, М. Вознюк, П. Михайлов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 226 с.