

## ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ LTE

*В данной статье рассматриваются некоторые особенности планирования и оптимизации сотовой сети связи 4-го поколения LTE. Проведен анализ возможности известных программных комплексов планирования таких сетей.*

*Ключевые слова: сети LTE, планирование и оптимизация, сеть сотовой связи, мобильный терминал, аппаратно-программный комплекс, зоны обслуживания базовых станций*

S.T. Omorova  
Senior lecturer of the department "AI and IM" TK OshTU

## FEATURES PLANNING LTE CELLULAR NETWORKS

*This article discusses some of the features of planning and optimization of the network connection of 4th generation LTE. Analyzes the possibilities of known software packages such network planning.*

*Keywords: LTE network, planning and optimization, mobile communication network, the mobile terminal, the hardware-software complex, base station coverage area.*

В процессе создания и совершенствования системы сотовой связи решаются две неразрывно связанные задачи: планирование сети (номинальное и детальное) и оптимизация сети (перепланирование по результатам эксплуатации) [2,4].

Планирование сети заключается в оценке структуры сети (Network Layout), определении мест размещения элементов радио подсистемы (Network Elements), определении высот и мест установки антенн базовых станций сети (Antenna Heights). Процесс планирования сети сотовой связи можно разбить на два этапа:

- номинальное планирование;
- детальное планирование.

Номинальное планирование сети связано с выбором стратегии — заданием таких параметров сети, как:

- покрытие (Coverage);
- емкость (Capacity);
- основные ключевые параметры качества функционирования (Key Performance Indicators).

Основными параметрами качества функционирования, которые следует учитывать при планировании считаются:

- относительное число успешных вызовов CSR;
- относительное число срывов соединений DCR (Dropped Call Rate);
- относительное число удачных хэндоверов HSR;
- качество обслуживания вызовов (Call Quality);
- время установления вызова (Call Set-up Time);
- средняя балльная оценка качества речи по шкале MOS;

Кроме того, на этапе номинального планирования оценивают: компоновку сети и предполагаемое размещение элементов сети радио доступа; количество базовых станций, необходимое для выбранного покрытия [5].

Как правило, на этапе предварительного планирования используют гипотетические данные о параметрах и инфраструктуре сети, которые уточняются на следующем этапе — этапе детального планирования [1,2,4].

На этапе детального планирования осуществляется:

- планирование конфигурации сети (определение типа и размещения базовых станций, типа и размещения антенных систем, расчет баланса мощностей в линиях «вверх» и «вниз»);
- планирование топологии сети (расчет зон покрытия и границ базовых станций с учетом данных об абонентском трафике);

Оптимизация сети предполагает анализ данных верификации (проверки соответствия результатов планирования параметрам существующей сети) и мониторинга, анализ проблем, выявленных при эксплуатации сети (жалоб клиентов, данных об отказах и ремонтах сети), выбор параметров и критериев оптимизации, изменение (регулирование) параметров, анализ полученных результатов на основе повторного мониторинга. Оптимизация отличается от планирования тем, что она:

- во-первых, выполняется при разработанном частотно-территориальном покрытии;
- во-вторых, основывается на результатах проведенных драйв - тестов и технического аудита параметров сети в проблемных зонах обслуживания;
- в-третьих, ее целями являются: повышение эффективности использования сетевых и радиоресурсов, обеспечение равномерного распределения нагрузки. Этапы процесса оптимизации сети сотовой связи представлены на рис. 1.



Рис. 1. Этапы оптимизации сети сотовой связи

При оптимизации сетей 4-го поколения (LTE) должны решаться дополнительные задачи — планирования физических и транспортных каналов, используемых логическими каналами, а также распределения расширяющих кодов. Правильное планирование физических и транспортных каналов позволяет обеспечить эффективное функционирование логических каналов, связанных с конкретными приложениями и услугами.

С целью обеспечить качественные услуги мобильной связи, ведущие операторы применяют методы математического и компьютерного моделирования. Наиболее эффективным инструментом автоматизации процесса оптимизации являются геоинформационные технологии, прошедшие в своем развитии путь от узкоспециализированных способов и методов обработки цифровой картографической информации до высокоразвитых программных средств, называемых геоинформационными системами (ГИС). Геоинформационные технологии (ГИС-технологии) представляют собой совокупность средств и методов обработки данных, имеющих пространственный аспект и обеспечивающих получение информации в требуемом виде [3].

Основным назначением программного комплекса является автоматизация разработки с

использованием ГИС-технологии технически и экономически обоснованных планов развития сетей мобильной связи 3G/4G, сетей транкинговой связи, сетей ТВ и радиовещания диапазона УКВ, расчета радиорелейных интервалов и линий, оценки электромагнитной совместимости группировки интервалов и линий радиорелейной связи.

Программный комплекс позволяет повысить оперативность и обоснованность решений, принимаемых при проектировании, развитии и эксплуатации региональных сетей, а также сформировать рациональные структурно-топологические и технические характеристики сетей. Пользователь программного комплекса получает рациональный проект, в котором топологическая структура и технические параметры сети сотовой связи обеспечивают минимальные затраты аппаратного и частотного ресурсов при удовлетворении потребностей абонентов в услугах связи заданного качества.

Автоматизация сети планирования сетей мобильной связи в программном комплексе реализована на основе анализа последовательности задач, которые разделены на три уровня, совместно влияющих на итоговое время расчетов и различающихся алгоритмами принятия решения. Верхний уровень: определение состава и численных значений управляемых параметров (мест размещения и режимов работы базовых станций), внешних факторов (мешающих радиоэлектронных средств и условий распространения радиоволн), а также целей и критериев расчетов. Средний уровень: выбор и реализация правила (последовательности) перебора управляемых параметров и учитываемых внешних факторов. Нижний уровень: вычисление параметров качества функционирования сети сотовой связи. В зависимости от поставленной задачи, временных и стоимостных ограничений пользователь программного комплекса может оценить эффективность принимаемых решений по трем взаимозависимым глобальным показателям планирования - оперативности, адекватности и стоимости. Если требуется в сжатые сроки не только принять решение, например по модернизации сети, но и реализовать его, то можно использовать упрощенные процедуры: расчета, и тем самым повысить оперативность принимаемых решений. Однако в данном случае придется пожертвовать точностью расчетов, т.е. ухудшится адекватность принимаемых решений. И наоборот, если требуется детально проработать вопросы совершенствования сети сотовой связи, т.е. получить достоверное и адекватное решение, придется использовать более точные методы расчета параметров качества функционирования сети. В этом случае затрачивается значительный временной ресурс, а значит, ухудшается оперативность. Стоимость каждого решения должна оцениваться индивидуально. Для нормального функционирования ПК при планировании сетей мобильной связи требуется большой набор исходных данных, достоверность которых может существенно повлиять на адекватность принимаемого решения. Исходные данные можно сгруппировать следующим образом:

- электронные карты местности региона планирования (геоданные);
- параметры подсистемы базовых станций и радиорелейных линий, установленные стандартами ETSI и ITU, а также технические характеристики оборудования;
- количество планируемых сайтов;
- радиоклиматические параметры региона планирования.

Электронные карты местности региона планирования. В ПК в качестве внутренних используются векторные карты. Для планирования в регионах рекомендуются электронные карты масштабов 1:100 000 или 1:200 000, для планирования в крупных населенных пунктах - планы местности с указанием высоты застройки. Обязательным требованием к картам является наличие данных о рельефе местности. Входящий в состав программного комплекса геоинформационный модуль позволяет настроить отображение карты и сформировать матрицу высот рельефа местности, которая импортируется в программу и используется при расчетах. Параметры подсистемы базовых станций и радиорелейных линий, установленные стандартами, и технические характеристики оборудования. Ввиду важности этой группы исходных данных в процессе планирования сети сотовой связи в ПК предусмотрен встроенный справочник. Основные разделы справочника сгруппированы по папкам: стандарты, приемопередатчики базовых станций, комбайнеры, абонентские терминалы, модели расчета распространения сигналов, шаблоны базовых станций,

ЧТП, радиорелейных интервалов (РРИ), передачи данных и речи. Имеется также антенный редактор, который в текстово-графическом виде отображает электрические параметры антенн в формате MSI. Количество планируемых сайтов. Данные о сайтах с координатной и адресной привязкой формируются пользователем ПК или импортируются из внешних файлов или баз данных. Радиоклиматические параметры регионов планирования. При расчете покрытия учитываются коэффициент рефракции района планирования, а также электрические параметры почвы – диэлектрическая проницаемость и проводимость. При расчетах радиорелейных интервалов дополнительно учитываются среднее значение и стандартное отклонение градиента диэлектрической проницаемости, тип подстилающей поверхности, абсолютная влажность водяного пара, Q-фактор земной поверхности и климатический фактор, интенсивность осадков[2,3]. Программный комплекс автоматизирует процесс планирования и оптимизации сети сотовой связи для следующих постановок задачи:

- при заданном аппаратном и частотном ресурсах сформировать сеть (фрагмент сети) мобильной связи, обеспечивающую максимальную зону покрытия, с требуемым качеством;
- для заданного района планирования определить минимальные затраты аппаратного и частотного ресурсов, обеспечивающих покрытие, качество которого было бы не ниже требуемого.

В модуле базы данных (БД) хранятся пространственно-технические характеристики исходного множества вариантов построения сети, из которого по результатам расчета параметров качества функционирования сети выбирается предпочтительный, с точки зрения пользователя ПК, вариант[5]. Геоинформационный модуль обеспечивает взаимодействие расчетных модулей с матрицами рельефа, отображение векторных карт местности и результатов расчета, а также вспомогательных растровых изображений.

#### **Заключение:**

Таким образом, анализ особенностей и задач планирования и оптимизации 4-го поколения сотовой связи LTE. Приводится анализ возможностей известных программных комплексов планирования. Также приводятся расчетные соотношения, используемые при планировании и оптимизации сетей 4-го поколения. Было доказано, что наиболее эффективным инструментом автоматизации процесса планирования и оптимизации сетей мобильной связи являются геоинформационные технологии, прошедшие в своем развитии путь от узкоспециализированных способов и методов обработки цифровой картографической информации до высокоразвитых программных средств, называемых геоинформационными системами (ГИС).

#### **Литература:**

1. **Настасин, К.С.** Особенности маршрутизации в совмещенной сети сотовой связи и беспроводного широкополосного доступа [Текст] / Родионов В.В. // Электронный журнал - «Труды МАИ»- 2011.- Вып. №49. С 8-15.
2. **Громаков, Ю.А.** Способ повышения скорости передачи данных в сетях GSM на основе когнитивного радио [Текст] / В.В. Родионов, К.С. Настасин // Электросвязь.-2012 - № 1-С.13-23.
3. **Назаров, А. Н.** Модели и методы расчета показателей качества функционирования узлового оборудования и структурно-сетевых параметров сетей связи следующего поколения [Текст] / Сычев К. И. // Красноярск: изд-во ООО «Поликом», / 2010. - 389 стр.
4. **Крупнов, А.Е.** Перспективы формирования рынка услуг нового поколения и операторы виртуальных сетей подвижной связи [Текст] /Скородумов А.И. //«Мобильные системы» 2005. №6. - С. 24-32.
5. **Вишневский, В. М.** Широкополосные беспроводные сети передачи информации [Текст] / А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович // – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.