

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.021

Володько  
Алексей Николаевич

Оптимизация сети мобильной связи

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-45 81 01 Инфокоммуникационные системы и сети

---

Научный руководитель  
Хацкевич О.А.  
Кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности работы сети мобильного оператора связи является важной задачей при планировании, построении и дальнейшей модернизации сети. Актуальность данной работы заключается в первую очередь связана с тем, что в настоящее время в сетях сотовой мобильной связи Республики Беларусь возникает проблема перегрузки существующих ресурсов и оптимального распределения трафика, что вызвано постоянным ростом числа активных абонентов и увеличением перечня услуг, предоставляемых сотовыми операторами.

Целью диссертационной работы является комплексная отработка научных и технических решений по улучшению качества предоставляемых услуг оператором связи. Предметом исследования являются основные показатели работы сети третьего поколения. Объект исследования – сеть мобильного оператора.

Следует отметить, что даже в настоящее время, несмотря на сформировавшееся разделение потребительского рынка между операторами мобильной подвижной связи, все равно между ними наблюдается довольно жесткая конкуренция и определенный процент абонентов постоянно «мигрирует» между поставщиками услуг сотовой связи. В следствии чего одним из критериев при выборе оператора мобильной связи является качество предоставляемых услуг. Качество обслуживания – комплексный показатель, который формируется путем оценки ряда статистических параметров, отражающих некоторые особенности эксплуатации сети при установлении соединения при входящем или исходящем вызовах, а также в процессе самого разговора между абонентами или использования той или иной неголосовой услуги.

Обеспечить качественную радиосвязь можно только при условии эффективного планирования, которое невозможно без использования многокритериальной оптимизации с учетом совокупности показателей качества. Во время создания и совершенствования сети мобильной связи решаются две неразрывно связанные задачи: планирование сети и оптимизация сети (перепланирование по результатам эксплуатации с целью повышения эффективности сети).

Планирование ССС включает три основных этапа:

- предварительное планирование;
- детальное планирование;
- планирование сотовой транспортной сети (трансмиссии).

В работе будут рассмотрены методики повышения эффективности работы сети.

Для решения поставленной задачи в работе рассматриваются следующие вопросы:

- рассмотреть принципы построения сетей мобильной связи;
- исследования алгоритмы расчёта основных характеристик сети;
- исследование алгоритмы оптимизации сети сотовой связи;
- изучение программного обеспечения, используемое для сбора статистики;
- выполнить расчётов параметров планируемой сети;
- предложить метод построения существующей сети.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Цель данной магистерской диссертации – комплексная оценка и обработка показателей сети третьего поколения, а также параметров мобильных устройств данной сети. На сегодняшний день, большое развитие в области передачи данных получили сети мобильной связи. Это объясняется удобством их использования, дешевизной и приемлемой пропускной способностью. Исходя из текущей динамики развития, можно сделать вывод о том, что по количеству и распространенности беспроводные сети в скором времени превзойдут проводные сети. В данной работе подробно рассматривается текущее состояние сети сотовой связи в отдельном городе.

Повышение эффективности работы сети мобильного оператора связи является важной задачей при планировании, построении и дальнейшей модернизации сети. Актуальность данной работы заключается в первую очередь связана с тем, что в настоящее время в сетях сотовой мобильной связи Республики Беларусь возникает проблема перегрузки существующих ресурсов и оптимального распределения трафика, что вызвано постоянным ростом числа активных абонентов и увеличением перечня услуг, предоставляемых сотовыми операторами.

Задачей оптимизации является изменение параметров сети, не меняя сеть полностью, а исходя из существующих данных. Оптимизация сети позволит оценить основные характеристики и сценарии использования сети на местности, что способствует построению или модернизации качественных отвечающим всем современным требованиям сетей. Задачами исследования являются анализ покрытия сети мобильного оператора, анализ её топологии, оценка качественных показателей сети, состояние базовых станций и возможности перехода между ними.

Основным показателем критерием оптимальности является число отказов в обслуживании ( $N_{отк}$ ). Число отказов в обслуживании после применения рекомендаций должно соответствовать следующему условию:

$$N_{отк} \geq N_{отт};$$

где  $N_{отт}$  – число отказов в обслуживании после оптимизации сети.

Число отказов является комплексным параметром, он определяется следующей функцией:

$$N_{отк} = F(N_{речь}; N_{данные}; N_x; N_{блок});$$

где  $N_{речь}$  – число отказов в обслуживании по критерию передачи речи;

$N_{данные}$  – число отказов в обслуживании по критерию передачи данных;

$N_x$  – число неуспешных попыток смены сектора/базовой станции;

$N_{блок}$  – число заблокированных соединений, вызванных перегрузкой сети.

В работе рассмотрена общая методология многокритериальной оптимизации систем как взаимосвязанную совокупность методов формирования множества допустимых проектных решений, выбора подмножества Парето-оптимальных решений и сужения его до единственного проектного решения. Решение задачи выбора оптимального проектного варианта системы включает формирование множества допустимых вариантов системы, определение совокупности показателей качества, задание критерия оптимальности системы, а также выбор вариантов системы, оптимальных по заданному критерию оптимальности

В ходе выполнения работы были добавлены несколько базовых станций, произведён расчёт показателей покрытия данных станций, выявлены влияния зависимых и не зависимых от оператора связи параметров, влияющих на работу сети и эффективность пакетной передачи данных в целом, произведен обзор возможных параметров, которые могут повлиять на сеть, сформированы рекомендации по изменению направлений секторов существующих станций.

Объектом исследования является сеть мобильного оператора. Предмет исследования – основные показатели работы сети третьего поколения. Методы исследования: снятие статистики работы сети в онлайн режиме, а также статистические параметры. Достоверность полученных результатов обусловлена сравнением полученных результатов с проверенными источниками. Научная новизна полученных результатов обусловлена тем что каждая территория на которой проводится оптимизация – уникальна. Главным научным результатом диссертационной работы является формирование рекомендаций по изменению параметров сети. Представленные в рамках

диссертации теоретические и практические результаты опубликованы и представлены на научно-технических конференциях.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Сети 3G (third generation) – это третье поколение сетей мобильной связи, разработанное на базе технологии пакетной передачи данных. Их появление было вызвано необходимостью удовлетворить возрастающий мировой спрос на высокоскоростные технологии. Современные сети 3G используются в следующих областях:

- интерактивный обмен мультимедийными данными;
- видеотелефонная связь;
- передача изображений и больших объемов информации;
- асимметричная передача мультимедийных данных;
- работа с Интернетом и интрасетями.

Основные элементы подсистемы базовых станций:

RNC (Radio Network Controller) – контроллер сети радиодоступа системы UMTS – является центральным элементом подсистемы базовых станций и выполняет большую часть функций: контроль радиоресурсов, шифрование, установление соединений через подсистему базовых станций, распределение ресурсов между абонентами и др. В сети UMTS контроллер выполняет гораздо больше функций, нежели в системах сотовой связи второго поколения.

NodeB – базовая станция системы сотовой связи стандарта UMTS. Основная функция – преобразование сигнала, полученного от RNC в широкополосный радиосигнал и передача его к телефону. Базовая станция не принимает решений о выделении ресурсов, об изменении скорости к абоненту, а лишь служит мостом между контроллером и оборудованием абонента, и она полностью подчинена RNC (см. рисунок 1)

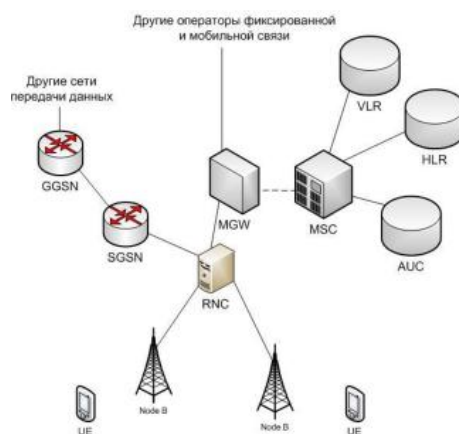


Рисунок 1 – Структура UMTS

Пакетные данные в сети UMTS передаются от MGW к известному нам по системе GSM элементу SGSN, после чего через GGSN поступают к другим внешним сетям передачи данных, например, Internet.

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 в сети, улучшение параметров качества услуг.

Процесс планирования сети сотовой связи (см. рисунок 2) можно разбить на два этапа:

- предварительное планирование;
- детальное планирование.

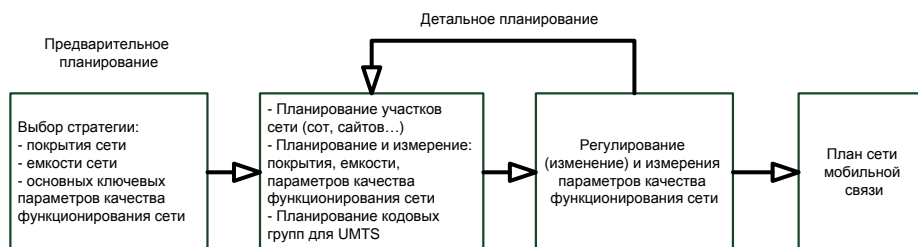


Рисунок 2 – Этапы планирования сети сотовой связи

Оптимизацию сети мобильной связи города, как и сети любого другого города можно проводить по четырем ключевым параметрам:

- Уровень пилотного сигнала (RSCP);
- $E_c/N_0$ ;
- Блокирование запроса (звонка) (Call blockage);
- Частота обрывов соединения (Dropped call rate);

Результаты драйв-теста указаны в таблице 1:

Таблица 1 – Результаты драйв-теста

Устройство	Исследуемые показатели	Полученные данные
Телефон Only 3G	Среднее значение RSCP за маршрут ДТ	-78,4
	Среднее значение EcNo за маршрут ДТ	-3.87
	Количество звонков за маршрут ДТ	33
	Количество успешно законченных звонков за маршрут ДТ	33
	Количество обрывов (CallDrop) за маршрут ДТ	2
	Количество отказов (CallBlock) за маршрут ДТ	0

Результатом работы является перечень рекомендаций по улучшению сети, а также обновленная топология сети (см. рисунок 3)

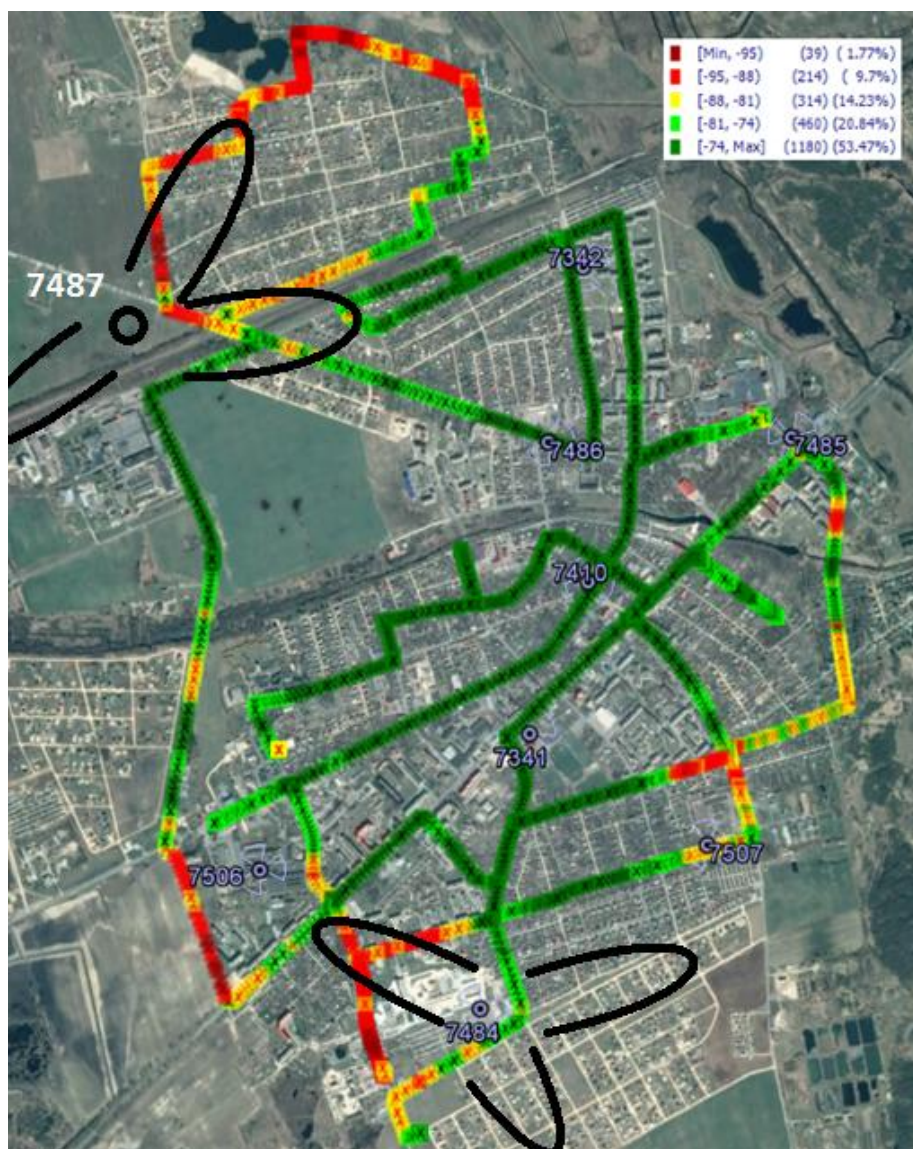


Рисунок 3 – Обновленная сеть

Приведены расчёты для новых станций, они указаны в таблице 2:

Таблица 2 – Расчёты станций

		БС1	БС2
L <sub>0</sub> , дБ		101,08	101,08
L <sub>rts</sub> , дБ		29,17	28,62
L <sub>msd</sub> , дБ		9,29	17,88
L <sub>p</sub> , дБ		139,53	147,57
D, км		1,16	2,78
P, дБ	L <sub>w</sub> = 0 дБ	- 87,26	-95,03
	L <sub>w</sub> = 5 дБ	-92,26	-100,03
	L <sub>w</sub> = 15 дБ	-102,26	-110,03

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения магистерской диссертации была поставлена цель – оптимизация сети мобильного оператора в отдельном городе. Для достижения этой цели были проработаны следующие задачи:

- рассмотрена архитектура сетей второго, третьего и четвертого поколений;
- изучены этапы процесса оптимизации сети сотовой связи;
- произведён анализ сведений о качестве предоставляемых услуг;
- рассчитаны параметры новых станций;
- составлен перечень рекомендаций для улучшения качественных показателей сети.

По результатам внедрения перечня рекомендаций можно будет сделать оценку проведённой работе. Возможно процесс оптимизации будет иметь последующие этапы.

Произведен комплексный анализ относительно исследуемых базовых станций, нагрузки сети трафиком, как скоростью, так и успешность хэндовера. На основе проведенного анализа также были даны рекомендации по улучшению транспортной сети оператора связи.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А Володько А. Н. Оптимизация сети мобильной связи / А.Н. Володько, О. А. Хацкевич // 54-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, 2018 г.) – Минск : БГУИР, 2018.