

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Информационные технологии
«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« _____ » 201 ____ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Статистический анализ и обработка
показателей качества обслуживания в мобильной
сети

Специальность 53041900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил(а) Мухамедов Д.Д. (Ф.И.О.) Группа ЭК-12-6

Научный руководитель доцент Гармашова Юлия Михайловна
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

к.э.н., профессор Алимбаева Сагира Алимбаевна
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Д.Д. « 25 » мая 201 6 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

д.т.н., профессор, академик Рысбаев Марат Канатбекович
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Д.Д. « 25 » мая 201 6 г.
(подпись)

по применению

вычислительной техники: доцент Гармашова Юлия Михайловна
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Д.Д. « 25 » мая 201 6 г.
(подпись)

Нормоконтролер: доцент Гармашова Юлия Михайловна
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Д.Д. « 27 » мая 201 6 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Д.Д. « _____ » 201 ____ г.
(подпись)

Алматы 201 6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Информационных технологий

Специальность Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Мухамедова Зигерим Эдигманович
(Ф.И.О.)

Тема проекта Статистический анализ и обработка
показателей качества обслуживания в мобильной
сети

Утверждена приказом по университету № 148 от «19» октября 201 5 г.

Срок сдачи законченного проекта «15» мая 201 6 г.

Исходные данные к проекту (требуемые параметры результатов
исследования (проектирования) и исходные данные объекта): среднее

скорость загрузки (Tele 2) от 0,8 до 12 Мбит/с;
среднее скорость загрузки (Altel) от 1 до 23 Мбит/с;
интервалами длиной $N_1=10$, $N_2=15$; $N_3=25$;
средняя величина уровня от 1,53 до 50,14;
неравномерность трафика от 8,05% до 263,2%

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или
краткое содержание дипломного проекта: 1. Анализ показателей

- и статистики в мобильной сети;
2. Приложение RfVerdictant;
3. Самоподобное (фрактальное) модели трафика;
4. Описание неравномерности трафика;
5. Безопасность жизнедеятельности;
6. Экономическая часть;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Визуализация основной информации приложения GSM Signal Monitoring;
2. Приложение RfVerdictant;
3. Измерение пакетного узла;
4. Эффективность методов оценки;
5. Таблицы с данными; 6. расчеты для $N=10, 15, 25$;
7. Определение параметра Херста; 8. Аппроксимирующая функция;
9. Динамика распределения нагрузки в сети GSM;
10. Неравномерность трафика по часам суток;
11. План помещений; 12. Расчеты работ по энергозатратам организации;
13. Оптимальные нормы параметров микроклимата

Основная рекомендуемая литература: Иванов А.Б., Засурин А.В.,

Постников С.Д., Сороков И.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи. Обслуживание, расчеты, узлы, бизнес-управление - Новый Орск, 2000 год. Краков В.В., Башаров С.С. Формы телеграфов и их приложения - Пермь, 2005 год. СНиП РК 2.04.-05.2002 Естественное и искусственное освещение. Общие требования - Астана 2002 год.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономическая часть	Алибаева С.А.		Алибаева С.А.
Б.Н.Д	Дюсбаев М.Г.	01.02.-25.05.16	Дюсбаев М.Г.
Техническая часть			Дюсбаев М.Г.
Приложение ВТ			Дюсбаев М.Г.
Нормоконтроль			Дюсбаев М.Г.

График

[illegible]

Дата выдачи задания «10» декабря 20115 г.

Заведующий кафедрой _____ (Четинбова К.С.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель
проекта _____ (Гармашова Ю.М.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Аннотация

В данном дипломном проекте выполнен статистический анализ и обработка показателей качества обслуживания в мобильной сети. Благодаря мобильному приложению Rfbenchmark были измерены базовые параметры сотовой сети. Рассматриваются проблемы самоподобия сетевого трафика, а так же основных положений теории фрактальных процессов. Кроме того, рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и выполнены расчеты конечной стоимости программного обеспечения в экономической части дипломного проекта.

Abstract

This diploma project presents a statistical analysis and data processing on the quality of service in the mobile network. Basic parameters of cellular network have been measured in accordance with Rfbenchmark application. The problems of self-similarity of network traffic as well as the main regulations of the theory of fractal processes have been considered. In addition, life safety issues have been studied and the final cost of the software in the economic part of the diploma project has been calculated.

Андатпа

Осы дипломдық жобада мобильді желіде қызмет көрсету сапасының көрсеткіштерін статистикалық талдауы және өндеуі қарастырылған. Rfbenchmark мобильдік қосымша арқылы ұялы байланыстың негізгі көрсеткіштері өлшенді. Желілік трафиктің өз өзіне тәуелділігінің мәселері, сонымен қатар фракталды үндістің теориясының негізгі жағдайлары қарастырылған. Бұдан басқа өмір тіршілік қауіпсіздігінің сұрақтары қарастырылған және дипломдық жобаның экономикалық бөлігінде бағдарламалық продуктiнiң өзіндік құндылығы есептелінген.

Содержание

Введение.....	12
1 Анализ показателей и статистики в мобильной сети	13
1.1 Какие показатели качества обслуживания учитываются в мобильной сети	13
1.2 Какая статистика собирается	15
1.3 Мобильные приложения	16
2 Программа Rfbenchmark	27
2.1 Измерительная последовательность приложения	28
2.2 Измерение пакетных услуг	30
2.3 Драйв-тест	30
2.4 Измерение качества голосовых услуг	33
3 Самоподобные (фрактальные) модели трафика	37
3.1 Проблемы оценки показателя Херста	42
3.2 Расчет параметра Херста	45
3.3 Оценка показателя Херста.....	59
4 Определение неравномерности трафика	60
4.1 Методы выявления периодической компоненты.....	60
4.2 Расчет неравномерности трафика.....	64
5 Безопасность жизнедеятельности.....	69
5.1 Анализ условий труда.....	69
5.2 Расчет системы искусственного освещения.....	73
6. Экономическая часть	80
6.1 Продукция.....	80
6.2. Расчет затрат на заработную плату персоналу	81
6.3 Расчет трудоемкости разработки программного продукта	83
6.4 Расчет стоимости машинного часа.....	86
6.5 Расчет итоговой себестоимости программного продукта	87
Заключение	88
Список литературы:	90
Приложение А	92

Введение

На сегодняшний момент телекоммуникационная аппаратура имеет наивысший уровень кооперации в обществе. Применение телекоммуникационного оборудования объясняется главным образом предоставлением связи между абонентами, абонентом и устройством с намерением извлечь данные. Одними из подобных программно-аппаратных решений считаются современные сотовые стандарты связи, радиолокации и позиционирования.

Сохранение работоспособности и предоставления свойства подобного рода аппаратуры выполняется с помощью исследования состояния системы, отыскивания проблем и ее решения. Главная цель – осуществление условий лицензии на оказывания услуги, а многообещающий путь работ по предоставлению качества – повышение основных характеристик производительности телекоммуникационных концепций KPI.

Явно, что качество сервиса связи считается основным условием, оказывающим воздействие на конкурентоспособность операторов взаимосвязи и изучение проблем предоставления свойства услуг мобильной подвижной взаимосвязи считается важной проблемой. Задачей улучшения качества предложения услуг взаимосвязи в условиях конкуренции в торге телекоммуникационных услуг следует создать соответствующий требованиям регламентирующих бумаг в сфере качества услуг. Созданные перечни характеристик качества обеспечения услуг взаимосвязи, общепризнанных мерок в характеристики качества и способы их контролирования (балла) станут популярны равно как операторами взаимосвязи и внутренними органами исполнительной власти, исполняющими работы в сфере взаимосвязи, таким образом и жителями и правовыми личностями, предоставляющими юзерами услугами взаимосвязи.

Цель дипломного проекта заключается в обследовании способов рассмотрения и оптимизации концепций мобильной взаимосвязи с целью предоставления постоянной доступности голосовых услуг и информативных сервисов при установленных параметрах качества на необходимой местности.

1 Анализ показателей и статистики в мобильной сети

В обстоятельствах конкурентоспособного соперничества в торге мобильной связи каждому оператору следует быть в курсе, на каком высококачественном степени присутствуют предоставляемые им обслуживания. В обратном случае диспетчер никак не будет в курсе об уровне удовлетворения пользователя, а следовательно, с значительным уровнем вероятности конкурентоспособное соперничество станет утраченным [1]. Таким образом, мало прослеживать только лишь функциональность компонентов линии связи – контроллеров, коммутаторов, базовых станций. Несомненно, то что по мнению деятельности компонентов линии связи все без исключения способны являться естественно, но сервис предоставляется в недостающей степени.

Для того чтобы дать оценку качества деятельности сети следует обладать вероятностью производить оценку несколько добавочных характеристик качества. Совершить данное возможно некоторыми методами.

1.1 Какие показатели качества обслуживания учитываются в мобильной сети

Первый способ из них очевиден – это осуществление испытательных звонков, т.е. , к примеру, принимаются несколько подвижных телефонных аппаратов и с каждого на стабильном основании производятся звонки. При этом порядок звонков способен являться различным: с целью определения вероятности доступа в сеть, звонки имеют все шансы являться недолгими, т.е. продолжительность беседы может достигать 5 – 10 секунд. Для оценивания качества голосового соединения звонки необходимы обладать значительно длительную продолжительность – в режиме нескольких минут. Очевидно, то что подобным способом возможно проконтролировать как соединение «мобильная станция – городской номер», таким образом «мобильная станция – мобильная станция». Безусловно, то что в случае если испытательные сотовые оборудования закреплены, т.е. никак не передвигаются, в таком случае проконтролировать, к примеру, точность деятельности операции хендвера нереально, а кроме того расценивается неприемлемо небольшое место сети, согласно которому невозможно рассуждать о целой сети полностью [2]. По этой причине на практике применяется немножко иной аспект, базирующийся на данном принципе оценивания. Именуемые как драйв – тесты либо объезды, какие обширно применяются все без исключения операторами подвижной связи. На физическом уровне это предполагает собою передвижную измерительную лабораторию, т.е. автомобиль, оснащенную передовыми измерительными комплексами. Данные комплексы дают возможность оценить разные характеристики сети – общедоступность, качество радиоканала, уровни сигнала, какие сотовая база берет на себя с базисной станции, благополучность реализации операций хендвера (с целью постановления данных вопросов более популярным считается совокупность

TEMS фирмы Ericsson либо Agilent), кроме того напрямую качество речи, на базе шкал MOS и PACE (к примеру, совокупность Qvoice фирмы Ascom). Достоинства этого метода – приобретенная оценка весьма схожа к действительному восприятию пользователей сети. Но имеется и несколько недочетов. Главные из них: значительная цена (аппаратура стоит довольно недешево, нужен специализированный человек, который регулярно этим занимается); для репрезентативности подборки с задачей эксплоации принятых итогов на целую сеть следует осуществлять ряд тысячных звонков ежедневно; принимаемые антенны размещены на верху машины, тестирование протекает согласно путям, т.е. обстановка внутри административных зданий, дворах остается незнакомой. Подобным образом, данный способ тестирования качества сети, несмотря на то что считается необходимой составляющей операции исследования за сетью, однако способен рассматриваться только как единственный из добавочных.

Вторым способом считается переработка трассировок (сигнальных уведомлений среди компонентов сети) разных интерфейсов сети. Данное дает возможность отнюдь не только лишь осуществит оценку капиталом сети, однако в основной массе ситуации осознать причину этой либо другой трудности, повлекшую вслед за собой осложнение качества предоставляемых услуг. На сегодняшний день, в основном из случаев ситуации разбирают трассировки A – (среди контроллера и коммутатора), Abis среди контроллера и базовой станцией) и Um–(среди базовой и подвижной станциями) интерфейсов. С целью извлечения трассировок следует обладать особым устройством –анализатор протоколов и проект – переработчик полученных трассировок. Главным превосходством этого способа считается целостность получаемых сведений, т.е. согласно трейсам возможно никак не только лишь осуществить оценку сети, однако и присутствие трудностей, в основной массе ситуации, мгновенно их раскрыть и отыскать метод постановления. Минусом считается трудоемкость снятия трассировок. Присутствие некоторых контроллеров трассировку A–интерфейса следует приобрести с целью любого с их в отдельности. В случае A–bis интерфейса все без исключения усугубляется ещё более, т.к. в данном случае нужен допуск на контроллер, а в случае если стоит удаленно, в таком случае необходим поехать и осуществить замер –процедура в ряде ситуаций довольно кропотливый. Одновременно с этим, структура устройств такая, то что приобрести трассировку A–bis интерфейсов с абсолютно всех сот нереально, а следовательно, только лишь процедура замера заберет достаточно огромное время. Равно как и в предшествующем случае, данный способ возможно расценивать как вспомогательный. Помимо этого, первый и второй способы никак не дают возможность осуществлять оценку абсолютно всех сот сети в то же время и в настоящем масштабе периода [3].

Третьим способом и главным, считается способ, базирующийся на сборе и обработке статистических данных, получаемых с контроллеров. Данный способ базируется на том, что при обмене контрольными данными

среди компонентами сети, на контроллере возрастают значимости конкретных счетчиков. При этом данные сведения скапливаются для каждой соты контроллера. Зная по получении какого сигнального сообщения, увеличивается значение того или иного счетчика по нему можно делать соответствующие выводы о качестве работы как любой отдельной соты, так сети в целом. Простейший пример: если наблюдаются большие значения счетчика, показывающего количество хендверов по причине интерференции на «линии вниз», значит в данной соте есть помеха, мешающая нормально работе мобильной станции. В силу того, что этот метод оценки качества позволяет одновременно для всех сот в реальном масштабе времени отслеживать ситуацию в сети, а также то, что возможность получения данной статистики предоставляется всеми производителями оборудования, данный метод является основным. Среди недостатков можно отметить лишь необходимость иметь программу –обработчик информации получаемой с контроллера, и тот факт, что для разных компаний–производителей оборудования полнота статистики может отличаться, но в любом случае, не блокирует возможность мониторинга основных показателей качества. Необходимо также учитывать и то, что в новых версиях программного обеспечения большинства компаний-производителей оборудования, статистика достаточно богата, т.е. есть возможность оценивать многие параметры сети, даже те, которые раньше могли быть вычислены только на основании результатов драйв-тестов.

1.2 Какая статистика собирается

Главной задачей сбора и обрабатывания статистических информации считается отбор зон сети, какие призывают модернизации или перенастройки из-за невысоких показателей качества. Имеющиеся у операторов сотовой сети центры обрабатывания аварий закрепляют перегревы, недостаток питания, потерю трафиковых каналов. Нередко данные меры не определяют зависания и программные трудности оснащения. Отсутствие трафика на секторе можно узнать только за счет анализа статистических данных. С помощью рассмотрения анализа статистики, можно детектировать большую часть трудностей сетей подвижной связи, предлагая разные пути их решения.

Невзирая на общедоступность статистических информации для оптимизации концепций мобильной связи, имеется и обладает немаловажную значимость осуществление объездов области покрытия для отыскивания локальных мест с низким качеством предоставляемых услуг, их доступностью, а дополнительно с целью контролирования точности подсоединения антенно-фидерных приборов к приемопередатчикам и др [4].

Главные трудности сетей мобильной связи и способы их постановлений. Недоступность сети предполагает работы нацеленные на:

- контроль работоспособности оборудования;
- использование 900 диапазона (GSM сети);
- увеличение мощности приемопередатчиков;

- использование антенн с различным углом ДН;
- строительство новых станций и др.

Низкое качество связи требует проведения работ по:

- корректировке частотно-территориального плана сети (ЧТП);
- включению современных кодеков кодирования речи (AMR, EFR и др.);
- увеличению ресурсов сети на одного абонента;
- строительству новых базовых станций;
- поиску источников интерференции и др.

Отказы и обрывы обслуживания (не по радио причинам) требуют:

- оптимизации логических параметров сети;
- контроля работы транспортной сети;
- контроля загрузки оборудования;
- увеличения количества каналов (увеличение приемопередатчиков) и др.

1.3 Мобильные приложения

Благодаря мобильному приложению можно определять базовые характеристики подвижной сети. Оно дает сведения, в том числе о таких данных, как степень и качество сигнала в зависимости от технологических процессов, согласно которой функционирует мобильный терминал (мобильный телефон), ID соты, к которой в данный момент принадлежит мобильный телефон, об операторе сотовой сети, стране, где пребывает терминал, а также о точном месторасположении на карте, благодаря интегрированному в мобильный телефон GPS-приемнику. Кроме того при желании возможно определить темп сети интернета в период передачи и извлечения информации, а кроме того совершить испытание приостановки [5].

Представление приложения GSM Signal Monitoring. О приложении.

GSM Signal Monitoring – это модернизированный сканнер подвижных сетей для телефонов на платформе Android, позволяющий наблюдать состояние параметров сетей эталонов GSM, UMTS и LTE.

Основные способности:

- распознавание степени сигнала нынешней соты (а кроме того соседних сот в сетях GSM);
- отображение графиков изменения мощности сигнала базовых станций и скорости мобильного соединения;
- ведение лога базовых станций;
- отображение местоположения базовых станций (уже после ввоза CLF-файла);
- отображение статистики сот, на которых фиксировался мобильный телефон.

Интерфейс.

Интерфейс приложения заключен из трёх вкладок: главная информация, план мощности сигнала и графики скорости поступающего и исходящего соединения. Смена вкладок выполняется с поддержкой свайпинга (перелистывания) либо нажатия на названия. Окошко лога, менеджера базы информации и статистики раскрывается из списка.

Сбор информации о подвижной сети выполняется в фоновом режиме, пуск и приостановка данного процесса выполняется клавишей в верхней панели интерфейса. При запуске фоновой службы возникает окно в области уведомлений телефона.

Вкладка главной информации.

Первая вкладка включает сведения о сети, текущей соте и скорости обмена сведениями (рисунок 1.1). Здесь отображаются:

- статус радиомодуля;
- имя текущего оператора связи;
- код страны (MCC);
- код мобильной сети (MNC);
- текущий тип соединения (GPRS/EDGE/UMTS/HSPA/HSDPA/HSUPA/LTE);
- индикатор роуминга;
- скорость входящего и исходящего мобильного соединения;
- идентификатор текущей соты (Cell Id или CID);
- код области (LAC) – для сетей GSM/UMTS;
- код области (TAC) – для сетей LTE;
- код контроллера (RNC) – для сетей UMTS;
- уровень сигнала (RSSI) текущей соты в dBm;
- мощность принятых пилотных сигналов (RSRP) – для сетей LTE.

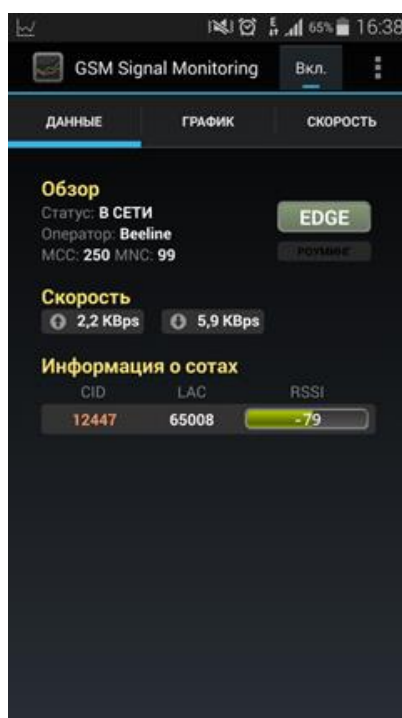


Рисунок 1.1 – Вкладка основной информации

Любому идентификатору соты приложение дает цвет, с поддержкой которого отображаются графики в иных вкладках интерфейса.

Мощность сигнала отражается в варианте цветной шкалы с числовым указанием. В сетях GSM и UMTS степень сигнала меняется в интервале от -113 dBm (слабый сигнал) до -50 dBm (сильный сигнал), в сетях LTE – от -140 dBm до -50 dBm.

В сетях GPRS либо EDGE приложение демонстрирует сведения о располагающихся рядом сотах. Но в отдельных телефонах эти сведения не отражаются из-за ограничений в целой прошивке (firmware).

Вкладка с графиком мощности сигнала.

На графике отражается перемена степени мощности сигнала (RSSI), принимаемого от базовой станции (рисунок 1.2). Тон линии отвечает расцветке идентификатора соты на вкладке главной данных. График обновляется каждую секунду.



Рисунок 1.2 – Вкладка с графиком мощности сигнала

Изображение графика может быть сохранено на SD карту в виде файла формата PNG. Папка для сохранения задаётся в опциях настройки приложения.

Вкладка с графиками быстроты обмена.

Эта вкладка включает графики быстроты обмена поступающего и исходящего соединения (рисунок 1.3). Отмеченный темп измеряется только для сетей мобильной связи (GSM/UMTS/LTE) [7]. При активном соединении Wi-Fi графики будут пусты, так как в данном случае через сотовую сеть данные не передаются.



Рисунок 1.3 – Вкладка с графиками скорости обмена

Эти изображения так же можно сохранить на SD карту в виде файлов формата PNG.

Вкладка лога включает сведения о сотах, которые применял телефон во время работы приложения, а кроме того журнал об изменении статуса радиомодуля и службы замера (рисунок 1.4).

Время	Оператор	LAC/TAC	CID
14.11 15:44	Служба измерения рабо...		
14.11 15:44	В сети		
14.11 15:44	25099	3077	770059-6
14.11 15:44	Служба измерения оста...		
14.11 16:29	Служба измерения рабо...		
14.11 16:29	В сети		
14.11 16:29	25099	65008	12443
14.11 16:30	Служба измерения оста...		
14.11 16:30	Служба измерения рабо...		
14.11 16:30	В сети		
14.11 16:30	25099	65008	12443
14.11 16:31	25099	3077	770059-3
14.11 16:32	25099	65008	64795
14.11 16:32	Служба измерения оста...		
14.11 16:36	Служба измерения рабо...		
14.11 16:36	В сети		
14.11 16:36	25099	65008	64795
14.11 16:37	25099	65008	64795
14.11 16:37	25099	65008	12447
14.11 16:38	25099	65008	12443

Рисунок 1.4 - Вкладка лога

Журнал лога имеют все шансы быть сохранены в виде файла CSV на SD карту[8]. Папка для сохранения задаётся в настройках приложения.

Вкладка статистики.

Это окошко включает статистику применения сот мобильным устройством (рисунок 1.5). Временной диапазон, за который обязана показываться статистика, может быть установлена в настройках приложения [9].

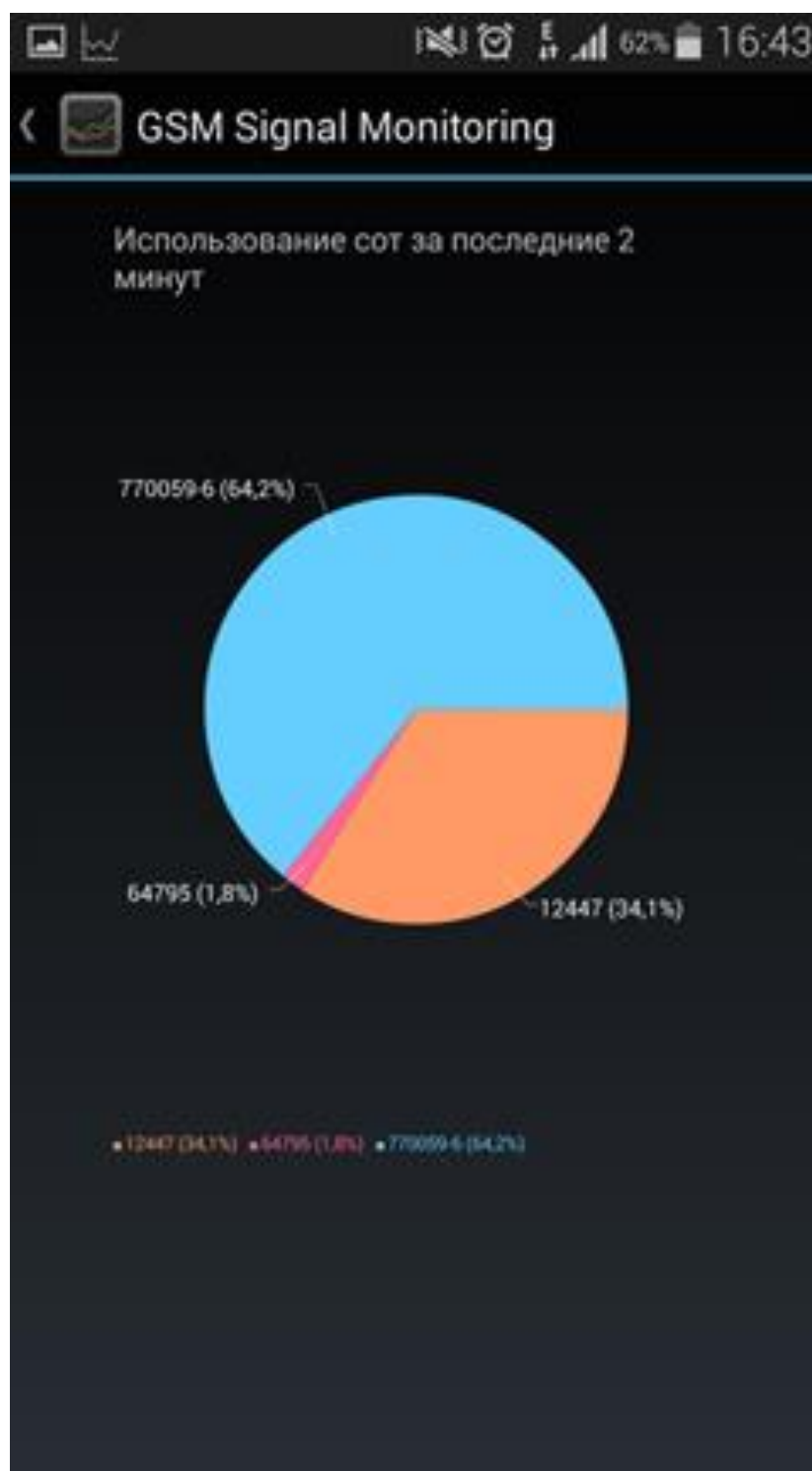


Рисунок 1.5 – Вкладка статистики

Тон части диаграммы соответствует расцветке идентификатора соты на вкладке главной информации.

Вкладка менеджера базы данных.

Менеджер основы информации дает возможность распоряжаться сведениями измерений степени сигнала, темпа обмена, а кроме того данными о месторасположении сот (рисунок 1.6).

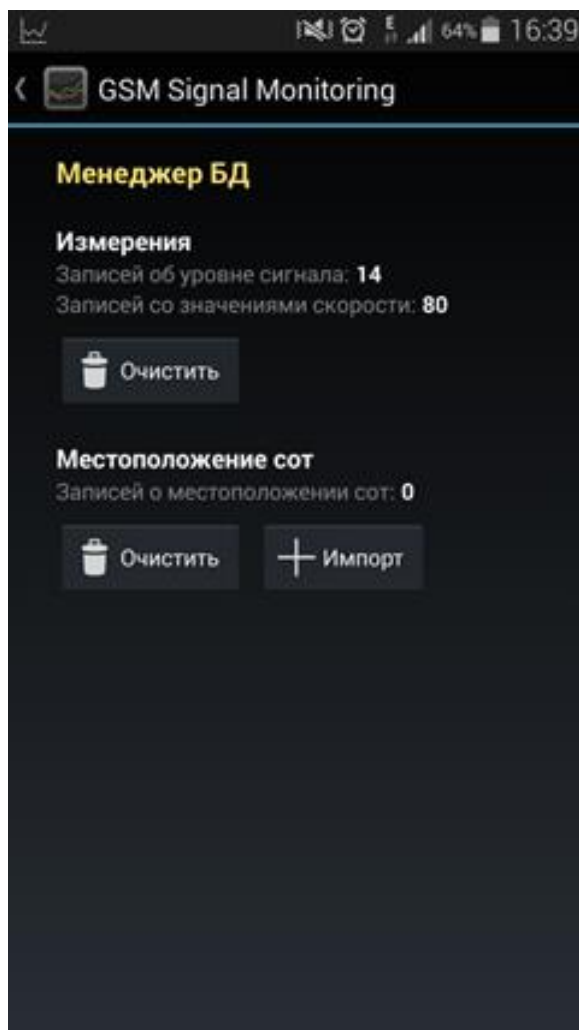


Рисунок 1.6 – Вкладка менеджера базы данных

Приложение способно импортировать в основу информацию о месторасположении сот. Приложение поддерживает CLF файлы версии 3.0. Настройки.

Приложение обладает комплектом настраиваемых характеристик, какие совершают работу более комфортной.

К ним принадлежит:

- не выключать экран при бездействии;
- вывод импортированных местоположений сот;
- шестнадцатеричный формат CID и LAC/TAC;
- папка для хранения файлов;
- временные интервалы для отображения графиков;
- подписи значений на графиках;
- временной интервал лога и статистики.

Представление приложения GSM Field Test. О приложении.

GSM Field Test дает возможность наблюдать уровень сигнала сети стандартов GSM, UMTS и LTE посредством нанесения на карту разноцветных пометок. Тон метки находится в зависимости от степени принимаемого

сигнала в этом участке. Зеленоватые пометки отвечают отличному уровню сигнала. Присутствие смещения в худшую сторону сигнала тон изменяется в сторону красноватых цветов (в другой цветовой гамме применяется голубой тон для низкого сигнала). В следствии создается карта покрытия района сотовой сетью, базирующаяся на настоящих замерах мощности сигнала.

Главные особенности:

- отслеживание нынешнего уровня сигнала подвижной сети;
- отображение характеристик подвижной сети (CID, LAC/TAC, вид сети);
- установка на карте пометок, определенных степени принимаемого сигнала;
- экспорт получившейся карты покрытия.

Интерфейс.

Интерфейс приложения представляет из себя карту и комплект информационных панелей (рисунок 1.7).

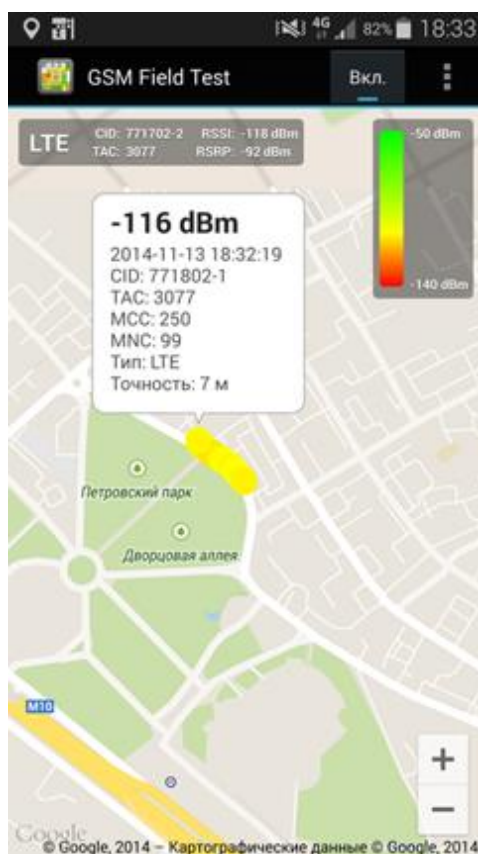


Рисунок 1.7 - Интерфейс приложения

Панелька в верхней части экрана включает клавишу пуска фоновой службы замера и клавишу вызова меню.

Остальную долю интерфейса захватывает карта (рисунок 1.8). В качестве источника карт могут быть применены Google Maps или OpenStreetMap (задаётся в опциях приложения).

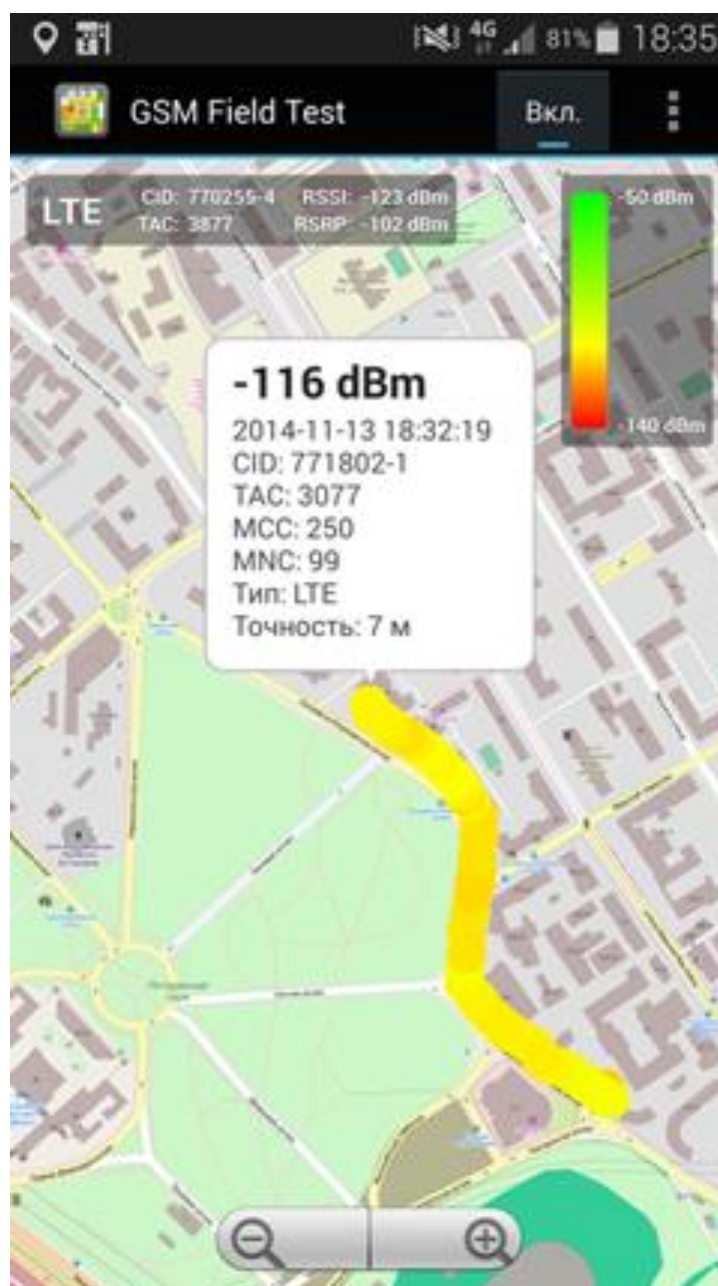


Рисунок 1.8 – Карта приложения

Сверху карты отражаются две информативные панели. В опциях существует вероятность выключить их [10].

В левостороннем верхнем углу находится панель данных о нынешней соте, в ней отражается последующая информация:

- текущий тип соединения (GPRS/EDGE/UMTS/HSPA/HSDPA/HSUPA/LTE);
- идентификатор текущей соты (Cell Id или CID);
- код сферы (LAC) – с целью для GSM/UMTS;
- код сферы (TAC) – с целью для LTE;
- уровень сигнала (RSSI) текущей соты в dBm;

– мощность установленных полупроизвольных сигналов (RSRP) – для сетей LTE.

В верхнем правом углу пребывает цветная шкала с целью сравнения расцветки маркера и силы сигнала.

Ход работы.

Если фоновая служба измерения запущена, то начинается процесс размещения маркеров на карте (рисунок 1.9) [11]. Новый маркер наносится на карту при соблюдении следующих условий:

- местоположение установлено;
- точность месторасположения не превосходит установленный в опциях предел;
- расстояние среди текущим месторасположением и предшествующей отметкой более установленной в опциях величины.

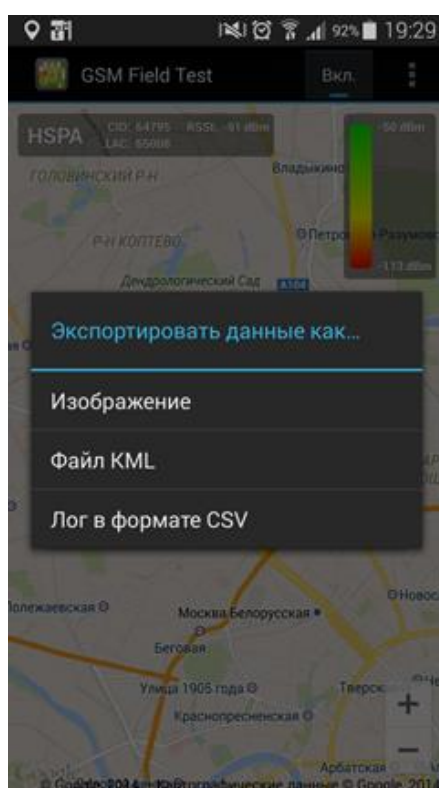


Рисунок 1.9 – Принцип работы приложения

Приобретенную карту с маркерами возможно вывозить в варианте рисунка формата PNG. Помимо этого, существует вероятность сбросить сведения об измерениях в документ формата KML (для Google Earth) или CSV.

Местоположения базовых станций.

Кроме этого, существует вероятность загрузить пользовательские данные о месторасположении базовых станций, уже после чего они станут показываться на карте (рисунок 1.10). Ввоз файлов формата CLF выполняется с поддержкой Менеджера базы информации. Приложение поддерживает CLF

данные версии 3.0. Поподробнее о формате CLF-файла для импорта можно прочитать.

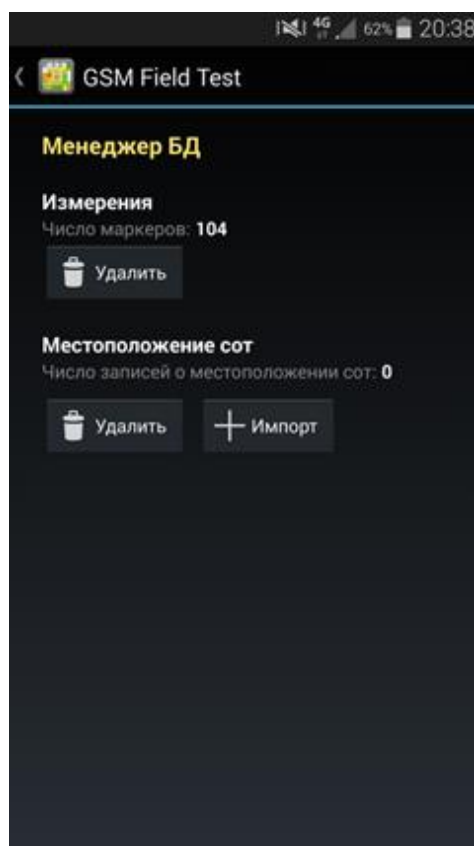


Рисунок 1.10 - Местоположения базовых станций

Сведения о месторасположении сот операторов подвижной связи не поставляются вместе с приложением.

2 Программа Rfbenchmark

Благодаря сотовому приложению можно определять базовые характеристики мобильной сети. Приложение дает сведения, в том числе о подобных параметрах, как степень и качество сигнала в зависимости от технологии, согласно каковой функционирует подвижный видеотерминал (переносимый сотовый телефон), ID соты, к которой в этот период относится сотовый телефон, об операторе сотовой сети, стране, где находится терминал, а также о точном месторасположении на карте, вследствие интегрированному в мобильный телефон GPS-приемнику. Кроме того при желании возможно определить темп интернета в период передачи и извлечения информации, а кроме того совершить испытание приостановки. Все без исключения замерки уже после нажатия клавиши «Submit» загружаются на наш сервер и автоматически возникают на карте RFBenchmark. В случае если прослеживается невысокое качество голосового объединения, отсутствие телефонного интернета либо другой услуги, что обязана работать,

приложение обладает возможностью выслать доклад об действующем месторасположении, в каком месте появилась проблема с этой услугой [12].

Приложение функционирует согласно всему миру, а итоги возможно взглянуть на домашней странице RFBenchmark после подбора иллюстрации (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Приложение RFBenchmark

Основная страничка отражает диалоговую карту со шкалой качества сигнала и нынешним месторасположением терминала, а кроме того нынешними измерениями (рисунок 2.2).

2.1 Измерительная последовательность приложения

Определение пакетов услуг в сотовом приложении с целью подключения передачи информации в основе замерной очередности представлено далее:

- выбор сервера – в основе месторасположения, IP адреса, информации сотовой сети, ряд типизированных испытательных серверов с меньшей дистанцией от мобильного терминала, серверы заранее проверены на предмет времени доступа, чтобы подобрать наилучший с целью последующего замера характеристик сеть интернет-канала;

- Ping – период отзыва испытательного сервера в направленный требования, сначала высылается обучающее требование, далее период отзыва обследуется серией двадцать подключений ping величиной 32B, период времени среди поочередными призывами равняется 100 мс, наибольшее время отзыва является три секунды, а наибольший период выполнения теста является десять секунд, усилия выполнения теста в более продолжительный период отклоняются;

– скачать – загрузка информации с испытательного сервера, загрузка выполняется определенно в 4 параллельных сессиях, любая сессия стартует испытательным файлом размером сто Кб через одну секунду, далее загружается подходящий документ величиной десять Мб предельно через 10 секунд;



1 – Диспетчер, чьими предложениями пользуется механизм в данную секунду;

2 – LAC (анг. Location Area Code) и CID (анг. Cell Identifier). Характеристики установления месторасположения телефонного аппарата в сети. CID считается идентификатором телефонного аппарата, обслуживающим его и принадлежим к множеству сот в соответствии с кодом размещение LAC;

3 – Методика, какую в сегодняшний период применяет сотовый телефон (LTE, 4G, GSM);

4 – Измеряется степень сигнала в дБм (логарифмический показатель, в котором уровень мощности принятого сигнала относится к 1 мВт). Приобретенный результат систематизируется по пятибалльной шкале (8);

5 – Выявление нынешнего месторасположения на карте. 2-ой клик перенаправляет в порядок наблюдения изменения месторасположения аппарата;

6 – Отображение замеров качества сигнала, сделанные всеми пользователями. В сочетании с (9) дает возможность отображения измерений для конкретного оператора;

7 – Отображение измерений скорости Интернета, сделанные всеми пользователями. В сочетании с (9) дает возможность отображения измерений для конкретного оператора;

8 – Пятибалльная шкала качества сигнала, которая классифицируется относительно уровня качества сигнала (4). Каждому уровню присвоен определенный цвет, который используется для обозначения измерений на карте в качестве точек;

9 – При нажатии указывается рейтинг для отображаемой области карты. Это позволяет выбрать отображаемые измерения уровня сигнала (6) и скорости Интернета (7);

10 – Информация относительно оператора, чье качество обслуживания, в текущее время, в обозначенной области является лучшим.

Рисунок 2.2 – Главная страница приложения RFBenchmark

- загрузить – отправление информации на испытательный компьютер, отправление выполняется предельно в 4-х параллельных сессиях, любая сессия

- начинается учебным файлом величиной 100 Кб через одну секунду, далее уходит подходящий документ величиной 5 Мб предельно посредством 10 секунд.

Для WiFi повышены станут масштабы файлов, применяемых уже после замера скорости извлечения и отправки. Данное связано с огромной пропускной возможностью, предлагаемой проводным Интернет-соединением по сравнению с мобильным Интернетом. Большой документ наиболее доступен к скорому проводному соединению с наибольшей скоростью.

Среднее расходование информации, относящихся к одиночному измерению скорости равно 20 Мб при передаче информации. Присутствие подключения Wi-Fi, потребления информации станет установлено уже после реализации перемен.

2.2 Измерение пакетных услуг

Одними с наиболее значимых измеряемых характеристик, с точки зрения юзера, являются параметры: Throughput и RTT. На основе рассмотрения 2 этих характеристик мы приобретаем сведения о скорости интернета, какую дает этот диспетчер, а кроме того о том, с целью чего мы можно применять это сетевое объединение. Составляются кроме того сведения о числе успешных и неуспешных сессий FTP, HTTP, Ping, согласно тот или иной причине конференция никак не произошла, согласно тот или иной технологические процессы действовал видеотерминал и почти все иное. Темпсети интернет возможно проконтролировать в основной страничке RFBenchmark, кликнув надлежащую иконку.

Throughput в телекоммуникации устанавливает число грамотно высланных данных за конкретный период времени и измеряется, как правило, в мегабитах в секунду (Мб/с).

RTT (анг. Round Trip Delay Time) информирует о том, какое количество периода миновало с этапа отправки уведомления с нашего ПК вплоть до его получения компьютером в сети, а кроме того какое количество времени приходит подтверждение доставки сообщения. Нежели менее RTT, этим правильнее[14]. Схожим параметром считается задержка (анг. latency), извещающая о том, какое количество времени протекает с этапа отправки уведомления с нашего ПК вплоть до его излучения компьютером в сети.

2.3 Драйв-тест

Драйв-тест является одним из методов измерения качества услуг (QoS) в сетях мобильной связи наряду со стационарными измерениями, а также сбором статистики оператором. В отличие от остальных методов, ДТ является измерением, происходящим в движении. Цель драйв-теста – как можно точнее

отразить условия, в которых клиент пользуется мобильной связью (перемещение с постоянной и переменной скоростью, меняющиеся радиоусловия), а также поведение самого клиента (высота установки антенн измерительных комплексов, сочетание телефонных соединений и использования интернет-услуг согласно сценарию, основанному на наблюдениях за действиями пользователей). Благодаря этому измерения приближены к реальному опыту пользователя мобильной сети.

Измерения чаще всего охватывают территории так называемых «кластеров». Для каждого кластера подготавливается отдельный маршрут (анг. drive route). При прокладывании маршрута учитывают среди прочего: территорию, на которой будет проводиться измерение (urban, rural и т.п.), исследуемые услуги, основное движение абонентов, имеющееся для измерений время и многие другие факторы.

QoS (анг. качество обслуживания) определяет гарантированный уровень качества услуг, предоставляемых пользователю сотовой связи в течение всего периода действия договора у данного мобильного оператора. В сфере телекоммуникационных услуг QoS определяется тремя параметрами: доступ, передача информации и разъединение, а также тремя критериями: скоростью, точностью и надежностью. Оператор обязан обеспечивать качественное оказание услуг [15]. Измерительный автомобиль движется по проложенному маршруту. Это машина, специально подготовленная к измерениям сети сотовой связи, оснащенная измерительным комплексом, который позволяет измерить все параметры сети, необходимые для оценки качества услуг. Актуальное положение машины определяется при помощи GPS-приемника, которым оснащена машина. Автомобилю нельзя ехать быстрее, чем это было согласовано во время прокладывания маршрута. Результаты смотрите на главной странице RFBenchmark, кликнув на иконку.

В драйв-тестах используется только измерительное оборудование, соответствующее стандарту ETSI. Каждый автомобиль дополнительно оснащен радиосканером, предоставляющим возможность провести одновременно независимое измерение сигнала в трех доступных технологиях: 2G, 3G и LTE.

Благодаря таким измерениям, а также последующему анализу их результатов, оператор мобильной связи получает информацию, которая поможет оптимизировать сеть, то есть произвести изменения, позволяющие увеличить радиопокрытие, улучшить качество или предложить клиентам новые услуги.

Кластер (анг. Cluster) в телекоммуникации – группа сот, обслуживаемых доступной данному оператору полосой частот. Сота является малой частью всей системы. Пространство соты зависит от географических условий, а также количества абонентов (микросоты в городе, макросоты в сельской местности). Количество сот в кластере может иметь точно определенные значения, рассчитываемые согласно образцу, например, 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16 и т. д. На

количество сот в кластере влияют условия, характерные для данной территории.

Тест качества услуг.

Тест качества предоставляемых услуг (рисунок 2.3) позволяет выполнять измерения в Интернете в двух конфигурациях:

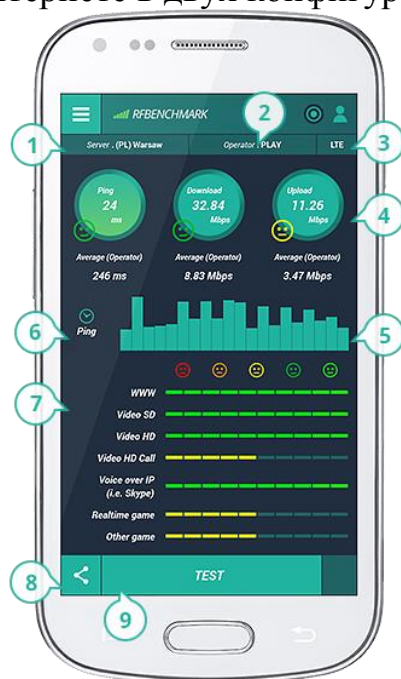


Рисунок 2.3 - Страница качества услуг приложения RFBenchmark

– Мобильный Интернет. Следует включить передачу данных в телефоне и выключить WiFi.

– Wi-Fi сеть. Достаточно подключиться к доступной Wi-Fi сети и выполнить тест.

В тесте измеряется ping, скорость получения, а также высылки данных.

Более подробную информацию, касающуюся данных параметров можно найти в Методологии.

Одноразовое выполнение теста затрачивает около 15 МБ трафика. На рисунке ведены следующие обозначения:

– 1 - Тест-сервер, выбранный мобильным приложением до измерения качества интернет-соединения;

– 2 - Оператор мобильной связи, для которого был проведен тест. В случае испытания Wi-Fi сети, отображается имя сети, к которой подключен телефон;

– 3 -Технология, на основе которой был проведен тест;

– 4 - Трое часов, информирующих об измеренных параметрах: ping, скорость получения и высылки данных;

– 5 - После испытания, нажав на каждый из часов (4) можно наблюдать гистограмму, представляющую следующие образцы измерений параметров: ping, скорость получения и высылки данных;

– 6 - Описание информации о том, какого параметра диаграмма (5) отображается в данный момент. Чтобы включить вид диаграммы для конкретного параметра, выберите соответствующие часы (4);

– 7 - Цветная полоска, которая появляется при включении одной из восьми основных интернет-услуг (WWW, Wideo SD, Wiedo HD, ...) информирует о пригодности интернет-канала к реализации каждой из услуги для актуально измеренного параметра. Полоска, достигнувшая только лишь красного цвета означает, что испытанные каналы связи не подходят для использования конкретной услуги. Однако если полоска достигает зеленого цвета, это означает что, услуга при актуально измеренных параметрах канала будет реализована;

– 8 - Кнопка, позволяющая обмен полученными результатами измерений при посредничестве сообщений e-mail или портала Facebook;

– 9 - Кнопка, позволяющая проведению теста на предмет качества Интернет-соединения.

Анкета обеспечивает легкий способ сообщения о проблеме, связанной с сотовой сетью (рисунок 2.4). Это дает возможность выбрать конкретную проблему, определить место, где возникла данная проблема, а также добавить дополнительные комментарии.

2.4 Измерение качества голосовых услуг

Во время измерений Драйв-Тест осуществляются голосовые вызовы между подвижным терминалом (тестовым) и приемником (например, ISDN или другой подвижный терминал). Измерительные пробные вызовы могут выходить из измерительного терминала и поступать в него – в зависимости от установленной измерительной секвенции. Во время измерения для оценки качества голоса используется 5-балльная шкала MOS.

MOS (анг. Mean Opinion Score) это субъективная оценка качества речевой связи, которая дается принимающей стороной после прохождения сигнала по каналу передачи. Используется 5-балльная шкала оценки качества:

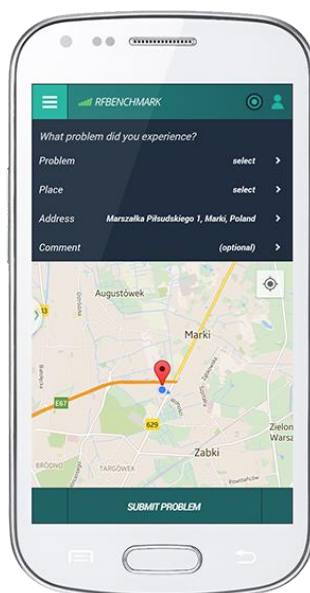


Рисунок 2.4 - Главный экран анкетирования для приложения RFBenchmark

Шкала 5 – Отлично (Речь воспринимается полностью и без усилий);

Шкала 4 – Хорошо (Речь воспринимается свободно, без ощутимых усилий);

Шкала 3 – Удовлетворительно (Речь воспринимается с умеренными усилиями, наличие дефектов неоспоримо);

Шкала 2 – Плохо (Речь воспринимается вниманием);

Шкала 1 – Очень плохо (Речь не воспринимается полностью или частично).

Чтобы обеспечить объективные и повторяемые результаты измерений, используется один из двух методов эстимации субъективной оценки качества речевой связи (MOS): PESQ или POLQA. Кроме того, собирается информация о количестве удачных и неудачных соединений, а также прерванных вызовов, о времени соединения, типе кодирования речевого сигнала и многое другое. На домашней странице RFBenchmark измерение качества голоса доступно после выбора картинки.

POLQA (анг. Perceptual Objective Listening Quality Assessment) это объективный метод субъективной оценки качества речевой связи. Чаще всего предусматривается оценка качества речевой связи MOS по 5-балльной шкале. POLQA является наследником PESQ (анг. Perceptual Evaluation of Speech Quality).

Измерение пакетных услуг.

Одновременно с измерениями качества голосовых услуг осуществляются измерения интернет-услуг (таблица 2.4). Примерная последовательность измерения.

Одними из самых важных измеряемых параметров, с точки зрения пользователя, являются параметры: Throughput и RTT. На основе анализа двух этих параметров мы получаем информацию о скорости интернета, которую предлагает данный оператор, а также о том, для чего мы можно использовать

Таблица 2.4 – Измерение пакетных услуг

Измерение	Описание
FTP DL (5x 5MB)	Загрузка файла размером 5 Mb — 5 параллельных сессий тестового сервера
FTP UL (5x 5MB)	Отправка файла размером 5Mb — 5 параллельных сессий тестового сервера
HTTP Browsing: Kepler	Загрузка содержания тестовой Веб-страницы
HTTP Get (10x 5MB)	Загрузка файла размером 5Mb – 10 параллельных сессий тестовой Веб-страницы
Ping (10x 32B)	10 сессий PING при размере пакета 32B
Video: YouTube 30sec	Видеостриминг из YouTube в течение 30 сек

это сетевое соединение. Собираются также данные о количестве удачных и неудачных сессий FTP, HTTP, Ping, по какой причине сессия не состоялась, по какой технологии работал терминал и многое другое. Скорость интернета можно проверить на главной странице RFBenchmark, кликнув соответствующую иконку.

Throughput в телекоммуникации определяет количество правильно отправленных данных за определенный промежуток времени и измеряется, как правило, в мегабитах в секунду (Мб/с).

RTT (анг. Round Trip Delay Time) сообщает о том, сколько времени прошло с момента отправки сообщения с нашего компьютера до его получения компьютером в сети, а также через сколько времени приходит подтверждение доставки сообщения. Чем меньше RTT, тем лучше. Похожим параметром является задержка (анг. latency), сообщающая о том, сколько времени проходит с момента отправки сообщения с нашего компьютера до его получения компьютером в сети.

Пояснения масштаба качества услуг на интерактивной карте.

На интерактивной карте RFBenchmark размещается деление, описывающее качество выбранной услуги (рисунок 2.5).

На рисунке 2.5 качество сигнала обозначено следующим образом:

- 1 – очень слабое покрытие / очень низкое качество сигнала делающее невозможным нормальное предоставление услуги;
- 2 – плохое покрытие / низкое качество сигнала которое влечет за собой проблемы с доступом к голосовым услугам и Интернету;
- 3 – среднее качество покрытия / рядовое качество сигнала может влечь за собой частый срыв голосовых соединений, а также низкую скорость доступа к интернету;

- 3 – допустимое качество (разговор требует среднего усилия, чтобы понять, что говорит оппонент);
- 4 – хорошее качество (разговор требует сосредоточенности, но не требует значимых усилий, чтобы понять, что говорит оппонент);
- 5 – отличное качество (возможно расслабиться, разговор не требует усилий, чтобы понять, что говорит оппонент).

Отправка FTP (Mbps):

- до 1Mbps – очень медленно, действуют основные услуги, такие как просмотр веб-страниц, E-mail;
- от 1 до 3Mbps – медленно, действуют дополнительные услуги, такие как: отправка небольших файлов, потоковое аудио;
- от 3 до 8Mbps – нормально, действуют дополнительные услуги, такие как сетевые игры, в режиме реального времени и отправка файлов средних размеров;
- от 8 до 14Mbps – быстро, действуют дополнительные услуги, такие как потоковое видео SD, разговоры SD-видео;
- от 14 до 100Mbps – очень быстро, действуют дополнительные услуги, такие как потоковое FHD, FHD разговоры, отправка больших файлов, возможность запуска сервера.

Ping (ms):

- до 30мс – очень короткий, не вызывает никаких проблем в осуществлении Интернет-услуг;
- от 30 до 50ms – короткий, могут присутствовать мелкие проблемы в реализации услуг сетевых игр в режиме реального времени;
- от 50 до 70ms – средний, могут присутствовать значимые проблемы в реализации услуг сетевых игр в режиме реального времени;
- от 70 до 120ms – длинный, делает невозможным пользование услугами игр в режиме реального времени;
- от 120 до 9999ms – очень длинный, свыше 150 мс могут быть проблемы с реализацией разговоров HD, телефонных услуг VoIP. Свыше 200 мс имеют место проблемы в просмотре веб-страниц, просмотре видео SD качества, просмотре видео HD качества, реализации услуги multiroom (3x видео HD) и проблемы с сетевыми играми».

3 Самоподобные (фрактальные) модели трафика

Если посмотреть на распечатку работы монитора пакетной или телефонной сети, то можно увидеть, что моменты времени поступления пакетов или занятий линий представляют некоторый случайный набор случайных чисел. Эти числа образуют неубывающую случайную последовательность, которую принято называть случайным потоком. Для описания таких потоков можно использовать либо понятие распределение количества событий, приходящихся на выбранные определенным образом интервалы времени, либо распределение интервала времени между соседними

событиями[16]. В первом случае модель потока дается распределением дискретной случайной величины, а во втором – непрерывной случайной величины. Как следует из смысла понятий, и в том и в другом случае речь идет о распределении неотрицательных величин.

Существует несколько моделей потоков событий. Во многих из них считается, что вероятность появления следующего события зависит только от времени, прошедшего с момента совершения предыдущего события, и не зависит от всей предыстории появления событий ранее. Однако в некоторых случаях такие модели не могут адекватно отразить реальный поток событий. Поэтому кроме потоков без последствия приходится рассматривать и такие, в которых вероятность появления следующего события зависит от наступления событий в предыдущих интервалах времени. Типичным примером таких потоков являются потоки с ограниченным последствием. Для них задается конечный набор функций распределения для соседних интервалов τ_k между поступлением k событий. Одним из наиболее типичных потоков с ограниченным последствием является стационарный поток с запаздыванием – поток Пальма (стационарность – независимость вероятностных характеристик от времени). Функции распределения вероятности для интервалов между соседними событиями потока Пальма задаются через условную вероятность $\varphi_0(t)$ отсутствия событий в интервале длиной t , если в начале этого интервала поступало событие, следующим образом

$$\Pr(\tau_k < t) = \lambda \int_0^t \varphi_0(x) dx, k = 1, \quad (3.1)$$

$$\Pr(\tau_k < t) = 1 - \varphi_0(t), k \geq 2. \quad (3.2)$$

Здесь величина λ выражает интенсивность потока и равна, как обычно, обратной величине среднего промежутка времени между соседними событиями. При экспоненциальной функции $\varphi_0(t) = e^{-\lambda t}$ поток Пальма превращается в пуассоновский. В некоторых случаях его именуют первым порядком Erlang потока. Формирование скрининг потока Пальма, то есть отвержение каждую секунду, любой третий, каждый дальнейшего действия, приобретают потоки, нынешние Erlang именуются II порядка и III порядка, в соответствии с этим, n -го порядка. Для потока распределения Эрланга порядка n имеет вид

$$P[\tau(n) < t] = 1 - e^{-\lambda t} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^i}{i!}. \quad (3.3)$$

Внедрение модификаций с последствием дает возможность отобразить качество струй с памятью, но вогнанные больше модели Пальма и Эрланга становятся малоблагоприятными, если в струе происшествий

обнаруживается таким образом именуемая долговременная взаимозависимость (long range dependent) либо самоподобие (self-similarity). На интуитивном уровне данное значит, то что число событий на установленном временном интервале способен зависеть от числа событий, поступивших в весьма отдаленные от него интервалы периода. Присутствие в данном зачастую процедура вынашивает пачечный (bursty) вид[17]. Стандартным методом замера такого рода связи для случайных процессов считается установление функции корреляции. Станем расценивать в свойстве значимости ненамеренного движения количество происшествий, прибывающих в концепцию в единицу периода. Данное, безусловно, неотрицательная случайная величина. Непроизвольную процедуру станем расценивать как разрывную очередность таких подобных беспорядочных величин, т.е. доводом станем рассчитывать последовательный номер такого рода единицы периода

$$X=\{X_t:t=0,1,2,\dots\}. \quad (3.4)$$

Допустим, что все без исключения осматриваемые затем ненамеренные движения принадлежат к неподвижным неожиданным действиям с узкой ковариацией, т. е.

$$Cov(X_1, X_{1+k}) = \overline{(X_1 - \bar{X})(X_{1+k} - \bar{X})} < +\infty, \quad (3.5)$$

с дисперсией

$$D(X) = \overline{(X_1 - \bar{X})^2} = \sigma^2, \quad (3.6)$$

и автокорреляционной функцией

$$r(k) = \frac{Cov(X_1, X_{1+k})}{D(X)}. \quad (3.7)$$

С целью этого для того чтобы дать характеристику присущности движения к классу действий, обладающих долговременную взаимозависимость или самоподобие, следует проанализировать агрегированные из него процессы, выстроенные с поддержкой усреднения смысла начального процесса на непересекающихся скоротечных промежутках

$$X^{(m)} = \{X_k^{(m)}: k = 1, 2, 3, \dots\}; X_k^{(m)} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{(k-1)m+i}. \quad (3.8)$$

Несомненно, то что агрегированные движения кроме того станут стационарны и обладают узкую собственном труде единственный из патриархов нашей теории телетрафика В. И. Нейман, "три источника и три

составные части теории самоподобных процессов" проявлены в медлительном процессе дисперсии, долговременной связи и флуктуационном нраве диапазона мощности подобных действий.

Снижение дисперсии асимптотически описывается балансом

$$D(X^{(m)}) \approx am^{-\beta}, 0 < \beta < 1, m \rightarrow \infty, \quad (3.9)$$

т. е. разновидность агрегированных действий – посредственных выборок – снижается медлительнее, нежели размер, противоположная объёму подборки.

Долгосрочной связью в самоподобных действиях именуют присутствие расходимости автокорреляционной функции процесса

$$\sum_k r(k) = \infty, r(k) \approx k^{-\beta}. \quad (3.10)$$

Данное значит, то что упадок автокорреляционной функции совершается гиперболически не торопясь.

Наконец, изъясняясь о флуктуационном нраве диапазоны мощности, подразумевают около данным аналогию с диапазоном мощности флуктуации электрической струи

$$f(\omega) \approx c\omega^{-\gamma}, \omega \rightarrow 0, \gamma = 1 - \beta, \quad (3.11)$$

где

$$f(\omega) = \sum_k r(k)e^{-imk}. \quad (3.12)$$

Присутствие упомянутых выше качеств у ненамеренного движения значит, что его автокорреляционная роль сходится с автокорреляционными функциями агрегированных действий конкретно

$$r(k) = r^m(k), \quad (3.13)$$

или асимптотически

$$r(k) \rightarrow r^m(k), m \rightarrow \infty \quad (3.14)$$

Непосредственно данные соответствия и характеризуют наименование самоподобного процесса: корреляционные качества подобного движения, осредненного в различных скоротечных промежутках времени, остаются постоянными.

Важнейшим параметром, определяющим "уровень" самоподобности ненамеренного движения, считается *параметр Хёрста (Hurst)*.

Для частичного ненамеренного комплекта X_j ($j = 1, \dots, N$) возможно установить частичное среднее

$$M = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X_k, \quad (3.15)$$

выборочную дисперсию:

$$S_N^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (X_k - M)^2, \quad (3.16)$$

и интегральное отклонение:

$$D_j = \sum_{k=1}^j (X_k - jM). \quad (3.17)$$

Установим переменчивость ненамеренного движения в промежутке N равно как возрастающий функцию длины промежутка

$$R_N = \max_{1 < j < N} D_j - \min_{1 < j < N} D_j. \quad (3.18)$$

Херстом существенно представлено, то что с целью многих природных действий подход

$$\frac{R}{S} \approx \left(\frac{N}{2}\right)^H, \quad (3.19)$$

при больших N .

Размер H приобрела наименование параметра Херста и находится в промежутке $0,5 < H < 1,0$. Для процессов, не обладающих свойством самоподобия, величина параметра Херста равна 0,5. Для самоподобных процессов с долгосрочной зависимостью этот параметр изменяется в пределах 0,7–0,9. Параметр β , который был введен выше для задания асимптотических свойств характеристик самоподобных случайных процессов, может быть выражен через параметр Херста: $\beta = (1 - H)/2$.

В первый раз на самоподобие действий, обрисовывающих трафик в стопочных сетях, сосредоточили интерес в первой половине 90-х годов минувшего столетия [18]. В частности на базе итогов исследований рассмотрения трафика в пакетной сети существовало определенно, что разделение количества пакетов в штуку периода весьма хорошо описывается самоподобным неожиданным действием с параметром Херста приблизительно 0,65–0,8.

R/S-способ предоставляет только форсированное значение показателя Херста, по этой причине с целью его расчеты уместно использовать

некоторыми методами и сопоставления приобретенных итогов. Разберем способ установления величины H на базе периодограммного анализа.

Для самоподобного ненамеренного движения $X = \{x_i\}$ рассчитывается периодограмма согласно

$$l_N(\omega) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{k=1}^N x_k e^{jk\omega} \right|, \omega \in [0; \pi], \quad (3.20)$$

где N - длина временного ряда. Зная, что самоподобность оказывает влияние на характер спектра $S(\omega)$ при $\omega \rightarrow 0$, должен получаться график зависимости спектральной плотности вида

$$l_N(\omega) \sim [\omega]^{1-2H}, \text{ при } \omega \rightarrow 0. \quad (3.21)$$

Из конечной формулировки следует, что большое количество беспорядочных точек $(\log[l_N(\omega)]; \log \omega)$ станут размещаться линейно с коэффициентом направления линии $1-2H$. На практике с целью расчета балла обязаны применяться только лишь нижние 10% частот, т.к. обрисованное выше действие объективно лишь с целью сфере частот, родных к нулю. Главным минусом этого способа считается огромный размер вычислений присутствие концепции балла признака Херста.

3.1 Проблемы оценки показателя Херста

3.1.1 Проблема испытания. На практике присутствие применения измеренных комплексов данных оцененные значения H , получаемые присутствие применении разных методов рассмотрения, пребывают под воздействием многочисленных условий и имеют все шансы находиться в зависимости с технологии балла, объема подборки, масштабов периода, текстуры сведений и т.п.

Известны различные статистические методы тестирования и оценки степени самоподобности случайных процессов [19]. Популярны и широко используются на практике так называемые «визуальные тесты». Однако они не надежны для опытных данных при небольших размерах выборки.

Обширно используется R/S-исследование, базирующийся на приближенном графическом раскладе. С точки зрения производительности, R/S-исследование находится от размера выборки. В случае, если необходимо наиболее «тончайший» исследование сведений, недостаток той или иной итогов с целью для предельных закономерностей статистических характеристик делает перечисленные тесты непригодными. Наиболее «тончайший» исследование сведений вероятен с применением периодограммных исследований в частотной сфере. Определенные периодограммные баллы, такие как оценки наибольшего правдоподобия и сопряженные с ними способы, имеют все шансы являться обнаруженными в литературе. В частности, с целью гауссовских действий обширно изучен

анализ Виттла. Применяя данные комбинации, возможно приобрести более информации сравнительно оценок H , к примеру конфиденциальные интервалы.

На практике, если необходимые подготовительные требования с целью выполнения статистических исследований исполнены никак не целиком, разные способы имеют все шансы предоставлять немного отличающиеся баллы H . Таким образом, применение индекса дисперсии с целью отсчетов (IDC), наравне с несложностью и отдачей, потребует незначительный вычисляемой силой и четко демонстрирует перемены присутствия варианты рассматриваемого комплекта сведений.

Достоинства и минусы отдельных, более известных способов оценки показателя самоподобия, подытожены в таблице 3.1.

Недостатком метода перемены дисперсии считается то, что с целью него необходимо огромный размер подборки, а роль степени агрегирования свободно.

При применении R/S-статистики минимальный значимости d никак не обходимо принимать во внимание, таким образом как в данных местах доминирует временная взаимозависимость строя. Припомним, то что $d = [n/K]$, где n – протяженность эмпирического ряда; K – количество конструкций разбиения. Кроме того никак не применяются и верхние значимости графика, так как в целом ряд смыслов в данной сфере имеют все шансы совершить оценку непрочности.

Баллы Виттла считаются асимптотически результативными, но требуют познания модификации спектральной густоты используемого скоротечного строя. Этот способ наиболее вычислительно взыскательный. Периодограмма считается наиболее стабильной, но асимптотическая конвергентность дисперсии оценок очень весьма медлительная.

Все способы оценки способны себя сравнительно устойчивыми.

Таблица 3.1 - Эффективность методов оценки

Метод	Преимущества	Недостатки
Перемены дисперсии	Используется как диагностический тест	Оценки перемещены. Перемещение растет с повышением показателя самоподобия
R/S-статистика	Не имеет зависимости от маргинального распределения данных	Присутствие медленно изменяющегося тренда влияет на эффективность
Периодограммный	Постоянная оценка	Требуется достаточно емкий объем данных. Похожесть дисперсии $\sim O(U^{-1})$

Метод Виттла	Одинаковые оценки получаются, если последовательность модели известен априорно Баллы дают приемлемую точность для маленьких наборов данных	В результате смещенные оценки, если данные не соответствуют заданной модели
--------------	---	---

3.1.2 Вопрос нестационарности. Изучения нашли, то что анализ признака Херста способен находиться в зависимости с многочисленными данными и необходимо, чтобы присутствие его балла довольствовалось мнением стационарности.

Более обычный метод контроля стационарности беспорядочных действий состоит в бале их статистических данных. В случае если ключевые статистические свойства, характеризующие процедуру $x(t)$, – насыщенность распределения возможностей (ПРВ) $w(x)$, математическое ожидание m , дисперсия σ^2 – не зависят от времени, то можно полагать процесс стационарным в широком смысле. На практике подобные суждения, разрешающие проконтролировать достоверность гипотезы о стационарности, как правило никак не производятся, так как слежению легкодоступны осуществление окончательной продолжительности. В аналогичных вариантах гипотеза о стационарности должна быть проверена путем анализа имеющихся осуществляющих реализации окончательной продолжительности. Методы контроля имеют все шансы являться разными – от зрительного просмотра реализаций искусным профессионалом вплоть до подробного статистического оценивания разных характеристик движения. Протяженность осуществления обязана являться до такой степени огромной, для того чтобы возможно существовала поделиться подвижным направлением и низкочастотные ненамеренные раскачивания.

Конечный контроль реализаций на наличие трендов способен являться быть исполнен разными методами.

Особую задачу предполагает проверка беспорядочных действий на самоподобность. Вопрос состоит в окончательном комплекте сведений, если нереально проконтролировать, считается шоссе трафика самоподобной согласно установлению либо отсутствует. По этой причине в настоящем промеренном трафике изучаются различные свойства самоподобности и продолжительной зависимости. Но формирование самоподобности только лишь посредством выявления её качеств способен быть ложным.

Такие свойства имеют все шансы являться источником нестационарных движений. Данное значит, то что, к примеру, импульсный трафик способен являться обусловлен как продолжительной связью, таким образом и нестационарностью созерцаемого движения. В отсутствии того или иного объяснения, присутствие поддержки жестких статистических исследований на стационарность, в многочисленных вариантах возможно

правильно заявлять только лишь о импульсной текстуре трафика в установленном масштабе периода с целью конкретного комплекта сведений.

Максимальное продвижение при оценивании стационарности самоподобных действий приобрел способ с применением коэффициента стационарности (WSS). Но равно как обозначается в труде, его применение в ряде ситуаций предоставляет неправильные итоги.

Если установлено частичное распределение оценок главных статистических характеристик распределения, в таком случае возможно применять с целью постановления этой проблемы аспект серий либо аспект инверсий.

3.2 Расчет параметра Херста

Для определения свойства самоподобия трафика в мобильной сети будут использованы данные компании «Tele2» за пять месяцев, которые снимались каждый день на протяжении пяти месяцев (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Сами снятые данные

	Декабрь		Январь		Февраль		Март		Апрель	
Чис ла	Tele2, Мбит/ сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек
1	11,15	19,99	10,17	22,14	14,13	18,97	9,47	19,99	12,13	20,76
2	1,83	16,06	1,64	17,05	2,34	15,42	3,01	14,37	0,74	19,17
3	2,84	19,76	2,88	18,45	2,01	17,66	2,31	18,51	3,45	20,37
4	1,69	15,37	1,65	19,03	2,23	14,78	3,54	16,77	2,68	17,22
5	1,37	24,19	1,42	17,15	2,49	19,07	2,23	21,98	1,84	19,17
6	4,98	20,89	5,01	19,21	5,62	17,54	4,26	21,45	3,67	18,11
7	7,58	21,68	7,59	20,67	7,62	21,68	7,01	21,01	6,58	19,67
8	0,81	10,54	0,93	12,36	0,45	10,54	0,46	11,03	1,58	9,51
9	1,81	2,17	1,82	8,45	1,72	2,17	1,65	5,04	2,55	3,67
10	5,61	6,21	5,73	5,65	5,02	6,21	5,27	4,37	4,63	7,02

Продолжение таблицы 3.2

	Декабрь		Январь		Февраль		Март		Апрель	
Чис ла	Tele2, Мбит/ сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит /сек	Altel, Мбит /сек
11	6,44	3,47	6,35	2,84	7,34	4,11	5,23	3,07	6,23	4,31
12	1,22	4,74	1,32	4,57	2,09	3,54	0,77	4,22	1,87	3,42

13	1,87	5,45	1,92	5,94	2,78	5,12	0,91	4,51	1,71	4,99
14	5,99	6,78	5,68	6,62	6,21	6,78	4,67	5,62	5,61	4,12
15	2,63	4,41	2,48	5,31	4,02	4,12	3,12	3,76	2,71	5,01
16	2,01	2,87	2,03	3,45	1,42	1,74	0,69	4,05	2,74	1,14
17	9,02	7,82	9,04	5,46	7,64	7,82	7,24	8,26	8,05	6,37
18	1,24	5,47	1,58	5,01	2,08	5,44	0,36	7,62	1,29	6,51
19	2,41	6,74	2,21	6,12	2,17	6,74	1,09	5,02	3,51	6,84
20	2,78	5,45	2,69	6,01	2,17	5,45	2,31	4,87	3,04	3,74
21	1,38	5,78	1,37	5,47	1,69	5,78	2,84	5,14	2,66	4,45
22	1,32	4,41	1,12	4,34	1,22	4,41	2,33	5,01	3,07	6,03
23	5,08	3,17	5,01	3,19	5,16	3,87	4,65	4,22	4,15	3,11
24	1,19	6,21	7,16	6,42	4,14	5,45	2,07	7,13	1,14	5,62
25	1,88	3,47	1,77	3,51	1,64	3,33	2,61	4,17	2,02	4,78
26	1,74	4,74	1,41	4,51	1,36	4,55	2,05	2,67	2,74	3,61
27	7,68	5,45	7,65	5,67	6,98	5,64	5,67	3,77	8,02	4,87
28	3,25	6,78	3,45	6,64	2,55	6,78	2,41	5,13	4,11	5,07
29	1,74	4,41	1,69	3,98	1,56	4,04	0,98	3,67	2,67	5,17
30	6,53	2,17	4,57	2,55	6,02	2,87	5,71	3,75	6,77	4,51
	3,569	8,555	3,644 67	8,592	3,796	8,054	3,231	8,339	3,799	8,278

Разделяем ряд на интервалы протяженностью N. В нашем случае пусть N берет на себя значения 10, 15, 25.

В первом случае N=10. Разбиваем ряд на 15 интервалов.

Для каждого интервала находим среднее значение

$$X_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i .$$

С целью любого интервала ищем среднеквадратическое отклонение

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (x_i - X_{cp})^2} ,$$

Находим размах отклонений $R = \max Z_i - \min Z_i$, где

$$y_i = x_i - X_{cp}, z_1 = y_1, z_i = y_{i-1} + y_i.$$

Затем определяем отношение R/S для каждого интервала и находим среднее значение. Записываем значения N и усредненного R/S (таблицы 3.3, 3.4, 3.5).

Таблица 3.3 – Расчёты для $N=10$

i	X_i	X_{cp}	$y_i = x_i - X_{cp}$	$(y_i)^2$	S	Z_i	R	R/S
1	11,15	3,967	7,183	51,59549	3,174275	7,183	12,497	3,936962
2	1,83		-2,137	4,566769		5,046		
3	2,84		-1,127	1,270129		-3,264		
4	1,69		-2,277	5,184729		-3,404		
5	1,37		-2,597	6,744409		-4,874		
6	4,98		1,013	1,026169		-1,584		
7	7,58		3,613	13,05377		4,626		
8	0,81		-3,157	9,966649		0,456		
9	1,81		-2,157	4,652649		-5,314		
10	5,61		1,643	2,699449		-0,514		
11	6,44	3,561	2,879	8,288641	2,508452	2,879	7,94	3,165299
12	1,22		-2,341	5,480281		0,538		
13	1,87		-1,691	2,859481		-4,032		
14	5,99		2,429	5,900041		0,738		
15	2,63		-0,931	0,866761		1,498		
16	2,01		-1,551	2,405601		-2,482		
17	9,02		5,459	29,80068		3,908		
18	1,24		-2,321	5,387041		3,138		
19	2,41		-1,151	1,324801		-3,472		
20	2,78		-0,781	0,609961		-1,932		
21	1,38	3,179	-1,799	3,236401	2,271218	-1,799	8,23	3,623607
22	1,32		-1,859	3,455881		-3,658		
23	5,08		1,901	3,613801		0,042		
24	1,19		-1,989	3,956121		-0,088		
25	1,88		-1,299	1,687401		-3,288		
26	1,74		-1,439	2,070721		-2,738		
27	7,68		4,501	20,259		3,062		
28	3,25		0,071	0,005041		4,572		
29	1,74		-1,439	2,070721		-1,368		
30	6,53		3,351	11,2292		1,912		

Продолжение таблицы 3.3

i	X_i	X_{cp}	$y_i = x_i - X_{cp}$	$(y_i)^2$	S	Z_i	R	R/S
31	10,17	3,884	6,286	39,5138	2,966743	6,286	11,304	3,810239

32	1,64		-2,244	5,035536		4,042		
33	2,88		-1,004	1,008016		-3,248		
34	1,65		-2,234	4,990756		-3,238		
35	1,42		-2,464	6,071296		-4,698		
36	5,01		1,126	1,267876		-1,338		
37	7,59		3,706	13,73444		4,832		
38	0,93		-2,954	8,726116		0,752		
39	1,82		-2,064	4,260096		-5,018		
40	5,73		1,846	3,407716		-0,218		
41	6,35	3,53	2,82	7,9524	2,44978	2,82	7,83	3,196206
42	1,32		-2,21	4,8841		0,61		
43	1,92		-1,61	2,5921		-3,82		
44	5,68		2,15	4,6225		0,54		
45	2,48		-1,05	1,1025		1,1		
46	2,03		-1,5	2,25		-2,55		
47	9,04		5,51	30,3601		4,01		
48	1,58		-1,95	3,8025		3,56		
49	2,21		-1,32	1,7424		-3,27		
50	2,69		-0,84	0,7056		-2,16		
51	1,37	3,52	-2,15	4,6225	2,342648	-2,15	9,68	4,132076
52	1,12		-2,4	5,76		-4,55		
53	5,01		1,49	2,2201		-0,91		
54	7,16		3,64	13,2496		5,13		
55	1,77		-1,75	3,0625		1,89		
56	1,41		-2,11	4,4521		-3,86		
57	7,65		4,13	17,0569		2,02		
58	3,45		-0,07	0,0049		4,06		
59	1,69		-1,83	3,3489		-1,9		
60	4,57		1,05	1,1025		-0,78		
61	14,13	4,363	9,767	95,39429	3,847051	9,767	16,323	4,24299
62	2,34		-2,023	4,092529		7,744		
63	2,01		-2,353	5,536609		-4,376		
64	2,23		-2,133	4,549689		-4,486		
65	2,49		-1,873	3,508129		-4,006		
66	5,62		1,257	1,580049		-0,616		
67	7,62		3,257	10,60805		4,514		
68	0,45		-3,913	15,31157		-0,656		
69	1,72		-2,643	6,985449		-6,556		
70	5,02		0,657	0,431649		-1,986		

Продолжение таблицы 3.3

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
71	7,34	3,792	3,548	12,5883	2,259074	3,548	6,792	3,006541

72	2,09		-1,702	2,896804		1,846		
73	2,78		-1,012	1,024144		-2,714		
74	6,21		2,418	5,846724		1,406		
75	4,02		0,228	0,051984		2,646		
76	1,42		-2,372	5,626384		-2,144		
77	7,64		3,848	14,8071		1,476		
78	2,08		-1,712	2,930944		2,136		
79	2,17		-1,622	2,630884		-3,334		
80	2,17		-1,622	2,630884		-3,244		
81	1,69	3,232	-1,542	2,377764	2,051525	-1,542	6,62	3,226867
82	1,22		-2,012	4,048144		-3,554		
83	5,16		1,928	3,717184		-0,084		
84	4,14		0,908	0,824464		2,836		
85	1,64		-1,592	2,534464		-0,684		
86	1,36		-1,872	3,504384		-3,464		
87	6,98		3,748	14,0475		1,876		
88	2,55		-0,682	0,465124		3,066		
89	1,56		-1,672	2,795584		-2,354		
90	6,02		2,788	7,772944		1,116		
91	9,47	3,921	5,549	30,7914	2,565812	5,549	11,281	4,39666
92	3,01		-0,911	0,829921		4,638		
93	2,31		-1,611	2,595321		-2,522		
94	3,54		-0,381	0,145161		-1,992		
95	2,23		-1,691	2,859481		-2,072		
96	4,26		0,339	0,114921		-1,352		
97	7,01		3,089	9,541921		3,428		
98	0,46		-3,461	11,97852		-0,372		
99	1,65		-2,271	5,157441		-5,732		
100	5,27		1,349	1,819801		-0,922		
101	5,23	2,639	2,591	6,713281	2,241015	2,591	6,48	2,891547
102	0,77		-1,869	3,493161		0,722		
103	0,91		-1,729	2,989441		-3,598		
104	4,67		2,031	4,124961		0,302		
105	3,12		0,481	0,231361		2,512		
106	0,69		-1,949	3,798601		-1,468		
107	7,24		4,601	21,1692		2,652		
108	0,36		-2,279	5,193841		2,322		
109	1,09		-1,549	2,399401		-3,828		
110	2,31		-0,329	0,108241		-1,878		

Продолжение таблицы 3.3

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
111	2,84	3,132	-0,292	0,085264	1,544142	-0,292	4,69	3,037284

112	2,33		-0,802	0,643204		-1,094		
113	4,65		1,518	2,304324		0,716		
114	2,07		-1,062	1,127844		0,456		
115	2,61		-0,522	0,272484		-1,584		
116	2,05		-1,082	1,170724		-1,604		
117	5,67		2,538	6,441444		1,456		
118	2,41		-0,722	0,521284		1,816		
119	0,98		-2,152	4,631104		-2,874		
120	5,71		2,578	6,646084		0,426		
121	12,13	3,985	8,145	66,34103	3,139329	8,145	11,595	3,693465
122	0,74		-3,245	10,53003		4,9		
123	3,45		-0,535	0,286225		-3,78		
124	2,68		-1,305	1,703025		-1,84		
125	1,84		-2,145	4,601025		-3,45		
126	3,67		-0,315	0,099225		-2,46		
127	6,58		2,595	6,734025		2,28		
128	1,58		-2,405	5,784025		0,19		
129	2,55		-1,435	2,059225		-3,84		
130	4,63		0,645	0,416025		-0,79		
131	6,23	3,676	2,554	6,522916	2,108465	2,554	7,21	3,41955
132	1,87		-1,806	3,261636		0,748		
133	1,71		-1,966	3,865156		-3,772		
134	5,61		1,934	3,740356		-0,032		
135	2,71		-0,966	0,933156		0,968		
136	2,74		-0,936	0,876096		-1,902		
137	8,05		4,374	19,13188		3,438		
138	1,29		-2,386	5,692996		1,988		
139	3,51		-0,166	0,027556		-2,552		
140	3,04		-0,636	0,404496		-0,802		
141	2,66	3,735	-1,075	1,155625	2,031813	-1,075	6,88	3,386138
142	3,07		-0,665	0,442225		0,415		
143	4,15		0,415	0,172225		-2,595		
144	1,14		-2,595	6,734025		-1,715		
145	2,02		-1,715	2,941225		-0,995		
146	2,74		-0,995	0,990025		4,285		
147	8,02		4,285	18,36123		0,375		
148	4,11		0,375	0,140625		-1,065		
149	2,67		-1,065	1,134225		3,035		
150	6,77		3,035	9,211225		0		

Таблица 3.4 – расчёты для N=15

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
1	11,15	3,854667	7,295333	53,22189	2,88109	7,295333	12,38467	4,298605

2	1,83		-2,02467	4,099275		5,270667		
3	2,84		-1,01467	1,029548		-3,03933		
4	1,69		-2,16467	4,685782		-3,17933		
5	1,37		-2,48467	6,173568		-4,64933		
6	4,98		1,125333	1,266375		-1,35933		
7	7,58		3,725333	13,87811		4,850667		
8	0,81		-3,04467	9,269995		0,680667		
9	1,81		-2,04467	4,180662		-5,08933		
10	5,61		1,755333	3,081195		-0,28933		
11	6,44		2,585333	6,683948		4,340667		
12	1,22		-2,63467	6,941468		-0,04933		
13	1,87		-1,98467	3,938902		-4,61933		
14	5,99		2,135333	4,559648		0,150667		
15	2,63		-1,22467	1,499808		0,910667		
16	2,01	3,283333	-1,27333	1,621378	2,468672	-1,27333	8,23	3,333776
17	9,02		5,736667	32,90934		4,463333		
18	1,24		-2,04333	4,175211		3,693333		
19	2,41		-0,87333	0,762711		-2,91667		
20	2,78		-0,50333	0,253344		-1,37667		
21	1,38		-1,90333	3,622678		-2,40667		
22	1,32		-1,96333	3,854678		-3,86667		
23	5,08		1,796667	3,228011		-0,16667		
24	1,19		-2,09333	4,382044		-0,29667		
25	1,88		-1,40333	1,969344		-3,49667		
26	1,74		-1,54333	2,381878		-2,94667		
27	7,68		4,396667	19,33068		2,853333		
28	3,25		-0,03333	0,001111		4,363333		
29	1,74		-1,54333	2,381878		-1,57667		
30	6,53		3,246667	10,54084		1,703333		
31	10,17	3,772667	6,397333	40,92587	2,702333	6,397333	11,19267	4,141852
32	1,64		-2,13267	4,548267		4,264667		
33	2,88		-0,89267	0,796854		-3,02533		
34	1,65		-2,12267	4,505714		-3,01533		
35	1,42		-2,35267	5,53504		-4,47533		
36	5,01		1,237333	1,530994		-1,11533		
37	7,59		3,817333	14,57203		5,054667		
38	0,93		-2,84267	8,080754		0,974667		
39	1,82		-1,95267	3,812907		-4,79533		
40	5,73		1,957333	3,831154		0,004667		
41	6,35		2,577333	6,642647		4,534667		
42	1,32		-2,45267	6,015574		0,124667		
43	1,92		-1,85267	3,432374		-4,30533		

Продолжение таблицы 3.4

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
44	5,68		1,907333	3,63792		0,054667		

45	2,48		-1,29267	1,670987		0,614667		
46	2,03	3,516667	-1,48667	2,210178	2,499852	-1,48667	9,68	3,872229
47	9,04		5,523333	30,50721		4,036667		
48	1,58		-1,93667	3,750678		3,586667		
49	2,21		-1,30667	1,707378		-3,24333		
50	2,69		-0,82667	0,683378		-2,13333		
51	1,37		-2,14667	4,608178		-2,97333		
52	1,12		-2,39667	5,744011		-4,54333		
53	5,01		1,493333	2,230044		-0,90333		
54	7,16		3,643333	13,27388		5,136667		
55	1,77		-1,74667	3,050844		1,896667		
56	1,41		-2,10667	4,438044		-3,85333		
57	7,65		4,133333	17,08444		2,026667		
58	3,45		-0,06667	0,004444		4,066667		
59	1,69		-1,82667	3,336711		-1,89333		
60	4,57		1,053333	1,109511		-0,77333		
61	14,13	4,404667	9,725333	94,58211	3,346998	9,725333	16,36467	4,889356
62	2,34		-2,06467	4,262848		7,660667		
63	2,01		-2,39467	5,734428		-4,45933		
64	2,23		-2,17467	4,729175		-4,56933		
65	2,49		-1,91467	3,665948		-4,08933		
66	5,62		1,215333	1,477035		-0,69933		
67	7,62		3,215333	10,33837		4,430667		
68	0,45		-3,95467	15,63939		-0,73933		
69	1,72		-2,68467	7,207435		-6,63933		
70	5,02		0,615333	0,378635		-2,06933		
71	7,34		2,935333	8,616182		3,550667		
72	2,09		-2,31467	5,357682		0,620667		
73	2,78		-1,62467	2,639542		-3,93933		
74	6,21		1,805333	3,259228		0,180667		
75	4,02		-0,38467	0,147968		1,420667		
76	1,42	3,186667	-1,76667	3,121111	2,134687	-1,76667	6,81	3,190163
77	7,64		4,453333	19,83218		2,686667		
78	2,08		-1,10667	1,224711		3,346667		
79	2,17		-1,01667	1,033611		-2,12333		
80	2,17		-1,01667	1,033611		-2,03333		
81	1,69		-1,49667	2,240011		-2,51333		
82	1,22		-1,96667	3,867778		-3,46333		
83	5,16		1,973333	3,894044		0,006667		
84	4,14		0,953333	0,908844		2,926667		
85	1,64		-1,54667	2,392178		-0,59333		
86	1,36		-1,82667	3,336711		-3,37333		

Продолжение таблицы 3.4

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
87	6,98		3,793333	14,38938		1,966667		

88	2,55		-0,63667	0,405344		3,156667		
89	1,56		-1,62667	2,646044		-2,26333		
90	6,02		2,833333	8,027778		1,206667		
91	9,47	3,594	5,876	34,52738	2,3964	5,876	11,384	4,75046
92	3,01		-0,584	0,341056		5,292		
93	2,31		-1,284	1,648656		-1,868		
94	3,54		-0,054	0,002916		-1,338		
95	2,23		-1,364	1,860496		-1,418		
96	4,26		0,666	0,443556		-0,698		
97	7,01		3,416	11,66906		4,082		
98	0,46		-3,134	9,821956		0,282		
99	1,65		-1,944	3,779136		-5,078		
100	5,27		1,676	2,808976		-0,268		
101	5,23		1,636	2,676496		3,312		
102	0,77		-2,824	7,974976		-1,188		
103	0,91		-2,684	7,203856		-5,508		
104	4,67		1,076	1,157776		-1,608		
105	3,12		-0,474	0,224676		0,602		
106	0,69	2,867333	-2,17733	4,74078	1,96912	-2,17733	6,63	3,366987
107	7,24		4,372667	19,12021		2,195333		
108	0,36		-2,50733	6,28672		1,865333		
109	1,09		-1,77733	3,158914		-4,28467		
110	2,31		-0,55733	0,31062		-2,33467		
111	2,84		-0,02733	0,000747		-0,58467		
112	2,33		-0,53733	0,288727		-0,56467		
113	4,65		1,782667	3,1779		1,245333		
114	2,07		-0,79733	0,63574		0,985333		
115	2,61		-0,25733	0,06622		-1,05467		
116	2,05		-0,81733	0,668034		-1,07467		
117	5,67		2,802667	7,85494		1,985333		
118	2,41		-0,45733	0,209154		2,345333		
119	0,98		-1,88733	3,562027		-2,34467		
120	5,71		2,842667	8,080754		0,955333		
121	12,13	3,865333	8,264667	68,30472	2,796357	8,264667	12,41533	4,439824
122	0,74		-3,12533	9,767708		5,139333		
123	3,45		-0,41533	0,172502		-3,54067		
124	2,68		-1,18533	1,405015		-1,60067		
125	1,84		-2,02533	4,101975		-3,21067		
126	3,67		-0,19533	0,038155		-2,22067		
127	6,58		2,714667	7,369415		2,519333		
128	1,58		-2,28533	5,222748		0,429333		
129	2,55		-1,31533	1,730102		-3,60067		

Продолжение таблицы 3.4

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
130	4,63		0,764667	0,584715		-0,55067		

131	6,23		2,364667	5,591648		3,129333		
132	1,87		-1,99533	3,981355		0,369333		
133	1,71		-2,15533	4,645462		-4,15067		
134	5,61		1,744667	3,043862		-0,41067		
135	2,71		-1,15533	1,334795		0,589333		
136	2,74	3,732	-0,992	0,984064	2,119803	-0,992	8,97	4,231526
137	8,05		4,318	18,64512		3,326		
138	1,29		-2,442	5,963364		1,876		
139	3,51		-0,222	0,049284		-2,664		
140	3,04		-0,692	0,478864		-0,914		
141	2,66		-1,072	1,149184		-1,764		
142	3,07		-0,662	0,438244		-1,734		
143	4,15		0,418	0,174724		-0,244		
144	1,14		-2,592	6,718464		-2,174		
145	2,02		-1,712	2,930944		-4,304		
146	2,74		-0,992	0,984064		-2,704		
147	8,02		4,288	18,38694		3,296		
148	4,11		0,378	0,142884		4,666		
149	2,67		-1,062	1,127844		-0,684		
150	6,77		3,038	9,229444		1,976		

Таблица 3.5 – Расчеты для N=25

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
1	11,15	3,4452	7,7048	59,36394	2,72419	7,7048	11,9752	4,395876
2	1,83		-1,6152	2,608871		6,0896		
3	2,84		-0,6052	0,366267		-2,2204		
4	1,69		-1,7552	3,080727		-2,3604		
5	1,37		-2,0752	4,306455		-3,8304		
6	4,98		1,5348	2,355611		-0,5404		
7	7,58		4,1348	17,09657		5,6696		
8	0,81		-2,6352	6,944279		1,4996		
9	1,81		-1,6352	2,673879		-4,2704		
10	5,61		2,1648	4,686359		0,5296		
11	6,44		2,9948	8,968827		5,1596		
12	1,22		-2,2252	4,951515		0,7696		
13	1,87		-1,5752	2,481255		-3,8004		
14	5,99		2,5448	6,476007		0,9696		
15	2,63		-0,8152	0,664551		1,7296		
16	2,01		-1,4352	2,059799		-2,2504		
17	9,02		5,5748	31,0784		4,1396		
18	1,24		-2,2052	4,862907		3,3696		
19	2,41		-1,0352	1,071639		-3,2404		

Продолжение таблицы 3.5

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
20	2,78		-0,6652	0,442491		-1,7004		

21	1,38		-2,0652	4,265051		-2,7304		
22	1,32		-2,1252	4,516475		-4,1904		
23	5,08		1,6348	2,672571		-0,4904		
24	1,19		-2,2552	5,085927		-0,6204		
25	1,88		-1,5652	2,449851		-3,8204		
26	1,74	3,8032	-2,0632	4,256794	2,684222	-2,0632	13,95	5,197037
27	7,68		3,8768	15,02958		1,8136		
28	3,25		-0,5532	0,30603		3,3236		
29	1,74		-2,0632	4,256794		-2,6164		
30	6,53		2,7268	7,435438		0,6636		
31	10,17		6,3668	40,53614		9,0936		
32	1,64		-2,1632	4,679434		4,2036		
33	2,88		-0,9232	0,852298		-3,0864		
34	1,65		-2,1532	4,63627		-3,0764		
35	1,42		-2,3832	5,679642		-4,5364		
36	5,01		1,2068	1,456366		-1,1764		
37	7,59		3,7868	14,33985		4,9936		
38	0,93		-2,8732	8,255278		0,9136		
39	1,82		-1,9832	3,933082		-4,8564		
40	5,73		1,9268	3,712558		-0,0564		
41	6,35		2,5468	6,48619		4,4736		
42	1,32		-2,4832	6,166282		0,0636		
43	1,92		-1,8832	3,546442		-4,3664		
44	5,68		1,8768	3,522378		-0,0064		
45	2,48		-1,3232	1,750858		0,5536		
46	2,03		-1,7732	3,144238		-3,0964		
47	9,04		5,2368	27,42407		3,4636		
48	1,58		-2,2232	4,942618		3,0136		
49	2,21		-1,5932	2,538286		-3,8164		
50	2,69		-1,1132	1,239214		-2,7064		
51	1,37	4,0508	-2,6808	7,186689	3,017362	-2,6808	16,21	5,372243
52	1,12		-2,9308	8,589589		-5,6116		
53	5,01		0,9592	0,920065		-1,9716		
54	7,16		3,1092	9,667125		4,0684		
55	1,77		-2,2808	5,202049		0,8284		
56	1,41		-2,6408	6,973825		-4,9216		
57	7,65		3,5992	12,95424		0,9584		
58	3,45		-0,6008	0,360961		2,9984		
59	1,69		-2,3608	5,573377		-2,9616		
60	4,57		0,5192	0,269569		-1,8416		
61	14,13		10,0792	101,5903		10,5984		
62	2,34		-1,7108	2,926837		8,3684		

Продолжение таблицы 3.5

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
63	2,01		-2,0408	4,164865		-3,7516		

64	2,23		-1,8208	3,315313		-3,8616		
65	2,49		-1,5608	2,436097		-3,3816		
66	5,62		1,5692	2,462389		0,0084		
67	7,62		3,5692	12,73919		5,1384		
68	0,45		-3,6008	12,96576		-0,0316		
69	1,72		-2,3308	5,432629		-5,9316		
70	5,02		0,9692	0,939349		-1,3616		
71	7,34		3,2892	10,81884		4,2584		
72	2,09		-1,9608	3,844737		1,3284		
73	2,78		-1,2708	1,614933		-3,2316		
74	6,21		2,1592	4,662145		0,8884		
75	4,02		-0,0308	0,000949		2,1284		
76	1,42	3,4804	-2,0604	4,245248	2,344549	-2,0604	13,38	5,706856
77	7,64		4,1596	17,30227		2,0992		
78	2,08		-1,4004	1,96112		2,7592		
79	2,17		-1,3104	1,717148		-2,7108		
80	2,17		-1,3104	1,717148		-2,6208		
81	1,69		-1,7904	3,205532		-3,1008		
82	1,22		-2,2604	5,109408		-4,0508		
83	5,16		1,6796	2,821056		-0,5808		
84	4,14		0,6596	0,435072		2,3392		
85	1,64		-1,8404	3,387072		-1,1808		
86	1,36		-2,1204	4,496096		-3,9608		
87	6,98		3,4996	12,2472		1,3792		
88	2,55		-0,9304	0,865644		2,5692		
89	1,56		-1,9204	3,687936		-2,8508		
90	6,02		2,5396	6,449568		0,6192		
91	9,47		5,9896	35,87531		8,5292		
92	3,01		-0,4704	0,221276		5,5192		
93	2,31		-1,1704	1,369836		-1,6408		
94	3,54		0,0596	0,003552		-1,1108		
95	2,23		-1,2504	1,5635		-1,1908		
96	4,26		0,7796	0,607776		-0,4708		
97	7,01		3,5296	12,45808		4,3092		
98	0,46		-3,0204	9,122816		0,5092		
99	1,65		-1,8304	3,350364		-4,8508		
100	5,27		1,7896	3,202668		-0,0408		
101	5,23	3,142	2,088	4,359744	2,570242	2,088	16,16	6,287346
102	0,77		-2,372	5,626384		-0,284		
103	0,91		-2,232	4,981824		-4,604		
104	4,67		1,528	2,334784		-0,704		
105	3,12		-0,022	0,000484		1,506		

Продолжение таблицы 3.5

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
106	0,69		-2,452	6,012304		-2,474		

107	7,24		4,098	16,7936		1,646		
108	0,36		-2,782	7,739524		1,316		
109	1,09		-2,052	4,210704		-4,834		
110	2,31		-0,832	0,692224		-2,884		
111	2,84		-0,302	0,091204		-1,134		
112	2,33		-0,812	0,659344		-1,114		
113	4,65		1,508	2,274064		0,696		
114	2,07		-1,072	1,149184		0,436		
115	2,61		-0,532	0,283024		-1,604		
116	2,05		-1,092	1,192464		-1,624		
117	5,67		2,528	6,390784		1,436		
118	2,41		-0,732	0,535824		1,796		
119	0,98		-2,162	4,674244		-2,894		
120	5,71		2,568	6,594624		0,406		
121	12,13		8,988	80,78414		11,556		
122	0,74		-2,402	5,769604		6,586		
123	3,45		0,308	0,094864		-2,094		
124	2,68		-0,462	0,213444		-0,154		
125	1,84		-1,302	1,695204		-1,764		
126	3,67		-0,0548	0,003003		-0,0548		
127	6,58		2,8552	8,152167		2,8004		
128	1,58		-2,1448	4,600167		0,7104		
129	2,55		-1,1748	1,380155		-3,3196		
130	4,63		0,9052	0,819387		-0,2696		
131	6,23		2,5052	6,276027		3,4104		
132	1,87		-1,8548	3,440283		0,6504		
133	1,71		-2,0148	4,059419		-3,8696		
134	5,61		1,8852	3,553979		-0,1296		
135	2,71		-1,0148	1,029819		0,8704		
136	2,74		-0,9848	0,969831		-1,9996		
137	8,05	3,7248	4,3252	18,70736	2,007173	3,3404	8,97	4,468971
138	1,29		-2,4348	5,928251		1,8904		
139	3,51		-0,2148	0,046139		-2,6496		
140	3,04		-0,6848	0,468951		-0,8996		
141	2,66		-1,0648	1,133799		-1,7496		
142	3,07		-0,6548	0,428763		-1,7196		
143	4,15		0,4252	0,180795		-0,2296		
144	1,14		-2,5848	6,681191		-2,1596		
145	2,02		-1,7048	2,906343		-4,2896		
146	2,74		-0,9848	0,969831		-2,6896		
147	8,02		4,2952	18,44874		3,3104		
148	4,11		0,3852	0,148379		4,6804		

Продолжение таблицы 3.5

i	Xi	Xcp	yi=xi-Xcp	(yi)^2	S	Zi	R	R/S
149	2,67		-1,0548	1,112603		-0,6696		

150	6,77		3,0452	9,273243		1,9904		
-----	------	--	--------	----------	--	--------	--	--

Затем прибегнем к зависимости, которая по доказательствам Херста объективна с целью многочисленных естественных процессов

$$\frac{R}{S} \approx C \cdot N^H.$$

Прологарифмировав обе части, получим

$$\log\left(\frac{R}{S}\right) \approx \log C + H \cdot \log N,$$

где C – положительная константа.

В приобретенном выражении наблюдается прямолинейная взаимозависимость. По этой причине с целью последующего расчета прибегнем методом наименьшего квадрата.

Пусть теоретическая форма предполагает собою линейную зависимость от 1-го параметра

$$y = b + H \cdot x. \quad (3.24)$$

В таком случае решение проявляется в виде несложных формул посредством c_1 , c_2 , g_1 и g_2

$$c_1 = \sum_{i=1}^N x^2,$$

$$c_2 = \sum_{i=1}^N x,$$

$$g_1 = \sum_{i=1}^N xy,$$

$$g_2 = \sum_{i=1}^N y.$$

В нашем случае $X_i = \log N$, $Y_i = \log(R/S)$. С помощью Microsoft Excel составим программу для расчета параметров линейной модели. Полученные значения покажем в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Определение параметра Херста

C1	C2	g1	g2	H
47,86707	11,873	25,24027	6,29898	0,354349

Полученную зависимость отразим на графике, который приведен на рисунке 3.1.

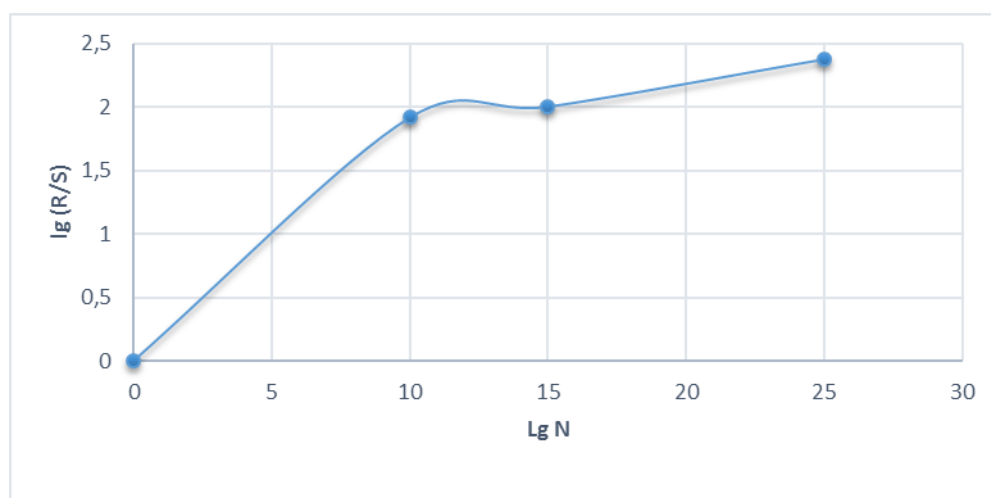


Рисунок 3.1 – Аппроксимирующая функция

В следствии расчетов мы нашли параметр Херста $H = 0,354$. Значение располагается в интервале $0 < H < 1,0$. Но самоподобными считаются те процессы, которые обладают значением параметра Херста от 0,7 до 0,9. Таким образом, возможно сделать заключение, что существующая последовательность экспериментальных сведений голосового трафика не обладает свойством самоподобия. Сведения снимались через месяц, по этой причине их оказалось не достаточно, чтобы выявить самоподобие.

3.3 Оценка показателя Херста

На практике контроль на самоподобность и анализ показателя Херста считаются непростой целью. Вопрос в том, что в настоящих обстоятельствах постоянно оперируют с конечными комплектами сведений, по этой причине нереально проконтролировать, считается что трасса трафика самоподобной. А следовательно, следует изучить различные качества самоподобности в настоящем промеренном трафике.

Первая проблема, с которой как правило встречаются, состоит в том, что случае если подтверждаются определенно приведенные выше свойства самоподобия, нельзя сразу сделать вывод, что проанализированные данные имеют самоподобную структуру, так как существуют другие воздействия,

которые могут приводить к таким же свойствам (например, присутствие нестационарности) (ПриложениеА). И так как исследование опиралось только на тех тестах, какие могут ввести в неверное толкование, логично говорить о самоподобной текстуре в установленном обширном спектре с целью установленного комплекта сведений.

Вторая проблема состоит в том, что анализ признака Херста находится в зависимости от многочисленных условий (к примеру, технологии балла, объема подборки, масштаба времени, корреляционной структуры и т.д.), что затрудняет поиск наиболее подходящей для поставленной целью «оценки Н».

Третья проблема при применении признака Херста в фактических целях (например, установление объёмов буферов) заключается в том, что объяснение признака Н (что неоспорима с целью теоретических самоподобных действий) никак неоспорима с целью настоящего трафика, который способен ни в коем случае не рассматриваться как на теоретическом уровне самоподобного процесс.

4 Определение неравномерности трафика

4.1 Методы выявления периодической компоненты

Процедура формирования, перемещения разных явлений в период в статистике установлено именовать динамикой. С целью отражения динамики создают ряды динамики (хронологические кратковременные), какие предполагают собою ряды модефицирующихся в период смыслов статистического признака, находящихся в хронологическом режиме.

Составными компонентами строя динамики считаются характеристики степени строя и этапы периода (годы, кварталы, месяцы, сутки) либо моменты (даты, часы) периода.

Степени строя как правило классифицируются посредством «у», факторы либо этапы времени, к каким принадлежат степени, – через «t».

Существуют разные круги динамики, их возможно классифицировать согласно соответствующим показателям.

а) в зависимости от метода пояснения степеней ряды динамики разделяются на ряды условных, безусловных и посредственных величин;

б) в связи от метода, как проявляются степени ряда положение действия на конкретные моменты времени (на основании месяца, квартала, года и т.п.) либо его значение за конкретные промежутки периода (к примеру, за день, месяц, год и т.п.), отличают в соответствии с этим моментные и интервальные ряды динамики.

С разного нрава интервальных и моментных слоев динамики следует определенные характерные черты определенных слоев.

Уровни интервального строя динамики безусловных величин определяют собою общий результат того или иного действия за определенный отрезок времени. Они находятся в зависимости с длительности данного этапа

периода, и по этой причине их возможно подводить как не имеющие вторичного счета.

Единичные ведь степени моментного строя динамики безусловных величин включают компоненты вторичного счета. Данное создает бессмысленным сложение степеней моментных слоев динамики.

в) в связи от дистанции среди степеней ряды динамики разделяются на ряды динамики с равноотстоящими степенями и неравноотстоящими степенями во времени.

Ряды динамики, последующих друг за другом этапов либо последующих посредством конкретные интервалы чисел называются эквидистантными. В случае если в рядах предоставляются прерывающиеся этапы либо непостоянные интервалы среди датами, в таком случае называются неравноотстоящими.

г) в связи от присутствия главной направленности исследуемого движения ряды динамики разделяются на неподвижные и нестационарные.

Если математическое предвкушение значимости показателя и рассеяния (основные свойства случайного процесса) постоянны, не зависят от времени, то процесс считается стационарным и ряды динамики также называются стационарными.

Для проверки предположения о существенности периодической компоненты ряда динамики целесообразно использовать такие критерии случайности, которые имеют наибольшую мощность относительно альтернативной гипотезы о цикличности ряда. Наиболее простым для применения и зрительно понятным является критерий «пиков» и «ям». В основе этого критерия лежит подсчет числа экстремальных точек ряда p , который осуществляется следующим образом

$$\hat{p} = \sum_{t=2}^{n-1} p_t,$$

$$\text{где } p_t = \begin{cases} 1, \text{ если } y_{t-1} < y_t > y_{t+1} \\ \text{или } y_{t-1} > y_t < y_{t+1}; \\ 0 \text{ в противном случае;} \end{cases}$$

$$t = 1 + n;$$

n – число наблюдений в ряду динамики.

Для случайного ряда математическое ожидание числа экстремальных точек

$$\bar{p} = \frac{2(n-2)}{3}. \quad (4.1)$$

Проверка гипотезы сводится к сравнению \bar{p} с расчетным значением \hat{p} . Если эти значения близки, то можно отказаться от дальнейшей проверки и признать ряд случайным. Если же \bar{p} и \hat{p} значительно отличаются друг от друга, то производится дальнейшая проверка гипотезы, основанная на подсчете фаз различной длины.

Фазой называется интервал между двумя соседними уровнями, для которых $p_i = 1$. Для определенной длины фазы e достаточно просто найти разности индексов двух соседних экстремальных точек, затем подсчитывается число фаз N_1, N_2, N_3 длин $e_1 = 1, e_2 = 2, e_3 = 3$. Теоретическое значение числа длины e для случайного ряда следующее

$$\hat{N}_e = \frac{2(n - e - 2)(e^2 - 3e + 1)}{(e + 3)!}. \quad (4.2)$$

Естественная процедура проверки случайности сводится к сравнению наблюдаемых значений N_1, N_2, N_3 с теоретическим значением N_e . Однако при небольшом числе наблюдений n критерий χ^2 здесь непосредственно использовать нельзя, так как в этом случае длины фаз e_i не являются независимыми. Доказано, что при разбиении длины фазы на три группы: $e_1 = 1, e_2 = 2, e_3 = 3$ (две степени свободы) – статистика χ^2 может быть использована в обычной форме ($V = 2,5$) при $\chi^2 = 6,3$. Расчетные значения χ^2 в случае трех групп длин фазы определяются по формуле

$$\chi^2 = \sum_{e=1}^3 \frac{(N_e - \hat{N}_e)^2}{N_e}. \quad (4.3)$$

Если $\chi^2 \geq 6,3$, то колебания исходного ряда нельзя считать чисто случайными и ряд содержит периодическую составляющую. Этот критерий весьма чувствителен к периодическим колебаниям и имеет практически нулевую эффективность относительно альтернативы наличия тренда, поэтому он может применяться непосредственно к исходному ряду динамики в отличие от других критериев, которые требуют, чтобы из ряда динамики предварительно была выделена систематическая составляющая, производится ее анализ.

При рассмотрении квартальных или месячных данных многих социально-экономических явлений часто обнаруживаются определенные, постоянно повторяющиеся колебания, которые существенно не изменяются за длительный период времени. Они являются результатом влияния природно-климатических условий, общих экономических факторов, а также ряда многочисленных разнообразных факторов, которые частично являются регулируемыми. В статистике периодические колебания, которые имеют определенный и постоянный период, равный годовому промежутку, носят

название «сезонные колебания», или «сезонные волны», а динамический ряд в этом случае называют сезонным рядом динамики.

Сезонные колебания характеризуются специальными показателями, которые называются индексами сезонности (I_s). Совокупность этих показателей отражает сезонную волну. Индексами сезонности являются процентные соотношения фактических внутригодовых уровней к постоянной или переменной средней.

Для вычисления индексов сезонности применяют различные методы. Если ряд динамики не содержит ярко выраженной тенденции в развитии, то индексы сезонности вычисляются непосредственно по эмпирическим данным без их предварительного выравнивания. Индекс сезонности выражается в процентах и рассчитывается по формуле

$$I_s = \frac{\bar{y}i}{\bar{y}} \cdot 100\%, \quad (4.4)$$

где $\bar{y}i$ - средняя величина уровня;

\bar{y} – средний уровень для всего ряда.

Для наглядного получения представления о сезонной волне желательно изобразить полученные данные в виде линейной диаграммы.

Если же ряд динамики содержит определенную тенденцию в развитии, то, прежде чем вычислить сезонную волну, фактические данные должны быть обработаны так, чтобы была выявлена общая тенденция. Обычно для этого прибегают к аналитическому выравниванию ряда динамики.

При использовании способа аналитического выравнивания ход вычислений индексов сезонности следующий:

- по соответствующему полиному вычисляют для каждого месяца (квартала) выравненные уровни на момент времени (t);
- определяются отношение фактических месячных (квартальных) данных (y_i) к соответствующим выравненным данным ($\bar{y}t$) в процентах

$$I_i = \left(\frac{y_i}{\bar{y}t} \right) \cdot 100,$$

– находятся средние арифметические из процентных соотношений, рассчитанных по одноименным периодам в процентах

$$I_i = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n}{n},$$

где n – число одноименных периодов.

В общем виде формулу расчета индекса сезонности данным способом можно записать так

$$I_s = \frac{\sum \frac{y_i}{\bar{y}_t}}{n} . \quad (4.5)$$

Расчет заканчивается проверкой правильности вычислений индексов. Средний индекс сезонности для всех месяцев (кварталов) должен составлять 100 процентов.

Подобно сезонной компоненте ряда динамики циклическая компонента также представляет собой волнообразные движения, но она более продолжительна и менее предсказуема, чем сезонные колебания. Сущность классического метода устранения циклической компоненты ряда динамики заключается в исключении (или в усреднении) основной тенденции и сезонной компоненты из ряда динамики, так как при этом остается циклическая и, как правило, нерегулярная компонента. Поскольку эти компоненты составляют то, что остается после подобных расчетов, этот метод называется остаточным.

4.2 Расчет неравномерности трафика

Ряд динамики, приведенный в приложении А, не содержит ярко выраженной тенденции в развитии, поэтому рассчитаем индекс сезонности по эмпирическим данным без их предварительного выравнивания.

Для каждого часа рассчитаем среднюю величину уровня по одноименным периодам способом средней арифметической простой.

23:00 часа:

$$\bar{y}_1 = \frac{1,57 + 1,64 + 1,49 + 1,54 + 1,43}{5} = 1,53,$$

$$\bar{y}_2 = \frac{2,5 + 57,21 + 1,09 + 1,27 + 0,73}{5} = 12,56,$$

$$\bar{y}_3 = \frac{3,49 + 1,43 + 3,61 + 14,5 + 0,64}{5} = 4,73,$$

$$\bar{y}_4 = \frac{54,3 + 41,65 + 45 + 1,27 + 35,4}{5} = 35,52,$$

$$\bar{y}_5 = \frac{1,88 + 12,74 + 13,5 + 11,4 + 21,20}{5} = 15,67,$$

$$\overline{y_6} = \frac{10,47 + 0,17 + 1,99 + 1,54 + 1,81}{5} = 3,2,$$

$$\overline{y_7} = \frac{10,44 + 100,47 + 1,93 + 1,85 + 0,34}{5} = 23,01,$$

$$\overline{y_8} = \frac{11,54 + 9,04 + 124,14 + 11,4 + 10,3}{5} = 33,28,$$

$$\overline{y_9} = \frac{9,74 + 23,51 + 1,86 + 41,2 + 22,41}{5} = 19,74,$$

$$\overline{y_{10}} = \frac{2,07 + 11,47 + 9,45 + 0,68 + 3,35}{5} = 50,14,$$

$$\overline{y_{11}} = \frac{14,14 + 13,88 + 11,03 + 18,3 + 3,13}{5} = 12,1,$$

$$\overline{y_{12}} = \frac{3,49 + 23,45 + 13,47 + 19,78 + 74,82}{5} = 27,$$

$$\overline{y_{13}} = \frac{1,38 + 1,88 + 0,42 + 1,08 + 11,87}{5} = 33,3,$$

$$\overline{y_{14}} = \frac{10,54 + 8,47 + 0,78 + 0,71 + 0,55}{5} = 17,24,$$

$$\overline{y_{15}} = \frac{2,94 + 47,22 + 54,89 + 11,45 + 11,05}{5} = 25,51,$$

$$\overline{y_{16}} = \frac{8,14 + 57,58 + 25,14 + 75,64 + 3,01}{5} = 33,9,$$

$$\overline{y_{17}} = \frac{100 + 0,86 + 10,87 + 3,43 + 8,9}{5} = 24,81,$$

$$\overline{y_{18}} = \frac{10,45 + 1,59 + 0,52 + 9,25 + 3,13}{5} = 4,99,$$

$$\overline{y_{19}} = \frac{71,02 + 4,36 + 11,4 + 12,45 + 23,4}{5} = 24,53,$$

$$\overline{y_{20}} = \frac{0,77 + 41,01 + 9,54 + 11,54 + 40,12}{5} = 20,6,$$

$$\overline{y_{21}} = \frac{0,79 + 7,89 + 11,02 + 1,95 + 44,23}{5} = 13,18,$$

$$\overline{y_{22}} = \frac{3,49 + 66,37 + 45,21 + 2,36 + 42,3}{5} = 31,95,$$

$$\overline{y_{23}} = \frac{0,61 + 10,74 + 11,25 + 0,44 + 2,67}{5} = 15,36,$$

$$\overline{y_{24}} = \frac{0,84 + 8,01 + 17,25 + 3,1 + 2,44}{5} = 3,34.$$

По вычисленным почасовым средним уровням определим общий средний уровень (\bar{y})

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n},$$

$$\bar{y} = \frac{457,21}{24} = 19,05.$$

Далее по формуле рассчитаем по часам неравномерность трафика.

$$I_{s1} = \frac{1,53}{19,05} \cdot 100 = 8,05\%,$$

$$I_{s2} = \frac{12,56}{19,05} \cdot 100 = 65,93\%,$$

$$I_{s3} = \frac{4,73}{19,05} \cdot 100 = 24,85\%,$$

$$I_{s4} = \frac{35,52}{19,05} \cdot 100 = 186,48\%,$$

$$I_{s5} = \frac{15,67}{19,05} \cdot 100 = 82,26\%,$$

$$I_{s6} = \frac{3,2}{19,05} \cdot 100 = 16,78\%,$$

$$I_{s7} = \frac{23,01}{19,05} \cdot 100 = 120,77\%,$$

$$I_{s8} = \frac{33,28}{19,05} \cdot 100 = 174,72\%,$$

$$I_{s9} = \frac{19,74}{19,05} \cdot 100 = 103,64\%,$$

$$I_{s10} = \frac{50,14}{19,05} \cdot 100 = 263,2\%,$$

$$I_{s11} = \frac{12,1}{19,05} \cdot 100 = 63,5\%,$$

$$I_{s12} = \frac{27}{19,05} \cdot 100 = 141,74\%,$$

$$I_{s13} = \frac{3,33}{19,05} \cdot 100 = 17,46\%,$$

$$I_{s14} = \frac{17,24}{19,05} \cdot 100 = 90,5\%,$$

$$I_{s15} = \frac{25,51}{19,05} \cdot 100 = 133,91\%,$$

$$I_{s16} = \frac{33,9}{19,05} \cdot 100 = 177,96\%,$$

$$I_{s17} = \frac{24,81}{19,05} \cdot 100 = 130,25\%,$$

$$I_{s18} = \frac{4,99}{19,05} \cdot 100 = 26,19\%,$$

$$I_{s19} = \frac{24,53}{19,05} \cdot 100 = 128,75\%,$$

$$I_{s20} = \frac{20,60}{19,05} \cdot 100 = 108,12\%,$$

$$I_{s21} = \frac{13,18}{19,05} \cdot 100 = 69,17\%,$$

$$I_{s22} = \frac{31,95}{19,05} \cdot 100 = 167,7\%,$$

$$I_{s23} = \frac{15,36}{19,05} \cdot 100 = 80,63\%,$$

$$I_{s24} = \frac{3,34}{19,05} \cdot 100 = 17,53\%.$$

Результаты вычислений сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Динамика распределения нагрузки в сети GSM

Час	Поступающая нагрузка						Неравномерность трафика (I_s), %
	Декабрь (y _i)	Январь (y _i)	Февраль (y _i)	Март (y _i)	Апрель (y _i)	В среднем за пять месяцев (y _i)	
23:00	1,57	1,64	1,49	1,54	1,43	1,53	8,05
22:00	2,50	57,21	1,09	1,27	0,73	12,56	65,93
21:00	3,49	1,43	3,61	14,50	0,64	4,73	24,85
20:00	54,30	41,65	45,00	1,27	35,40	35,52	186,48
19:00	1,88	12,74	13,50	11,40	21,20	15,67	82,26
18:00	10,47	0,17	1,99	1,54	1,81	3,20	16,78
17:00	10,44	100,47	1,93	1,85	0,34	23,01	120,77
16:00	11,54	9,04	124,14	11,40	10,30	33,28	174,72
15:00	9,74	23,51	1,86	41,20	22,41	19,74	103,64
14:00	2,07	11,47	9,45	0,68	3,35	50,14	263,20
13:00	14,14	13,88	11,03	18,30	3,13	12,10	63,50
12:00	3,49	23,45	13,47	19,78	74,82	27,00	141,74
11:00	1,38	1,88	0,42	1,08	11,87	3,33	17,46
10:00	10,54	8,47	0,78	0,71	0,55	17,24	90,50
9:00	2,94	47,22	54,89	11,45	11,05	25,51	133,91
8:00	8,14	57,58	25,14	75,64	3,01	33,90	177,96

7:00	100,00	0,86	10,87	3,43	8,90	24,81	130,25
6:00	10,45	1,59	0,52	9,25	3,13	4,99	26,19
5:00	71,02	4,36	11,40	12,45	23,40	24,53	128,75
4:00	0,77	41,01	9,54	11,54	40,12	20,60	108,12
3:00	0,79	7,89	11,02	1,95	44,23	13,18	69,17
2:00	3,49	66,37	45,21	2,36	42,30	31,95	167,70
1:00	0,61	10,74	11,25	0,44	2,67	15,36	80,63
0:00	0,84	8,01	17,25	3,10	2,44	3,34	17,53
Сумма	336,60	552,64	426,85	258,13	369,23	457,21	
Средний уровень ряда (\bar{y})	14,03	23,03	17,79	10,76	15,38	19,05	100

Средняя неравномерность трафика для всех периодов времени составляет 100%, следовательно, вычисления произведены правильно. Для наглядного получения представления о неравномерности распределения трафика, изобразим полученные данные в виде диаграммы (рисунок 4.1).

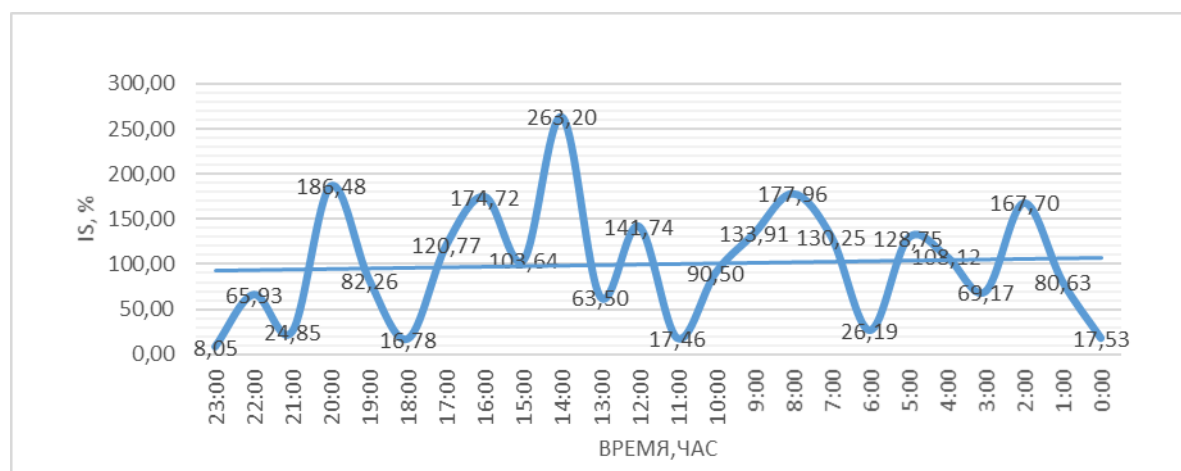


Рисунок 4.1 – Неравномерность трафика по часам суток

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Анализ условий труда

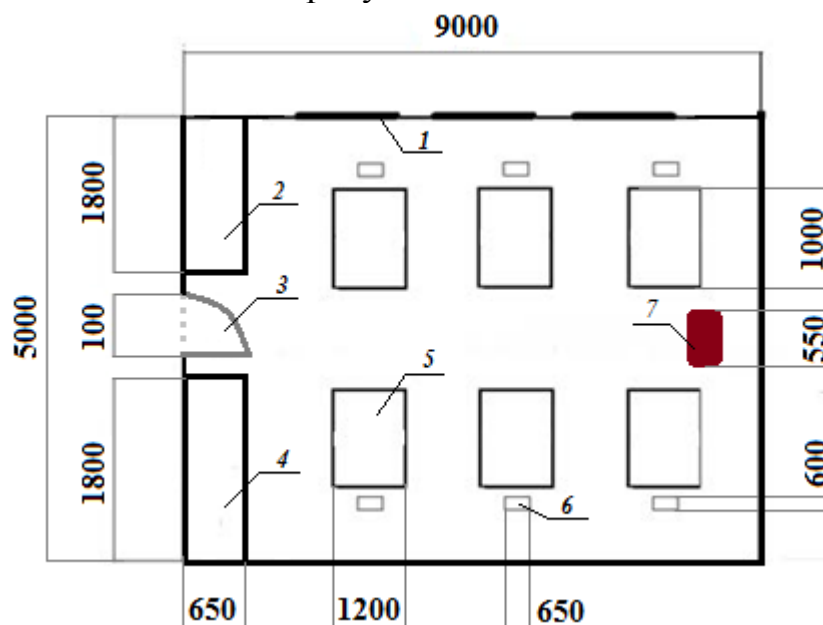
В дипломном проекте проводится исследование статистического анализа и обработка показателей качества обслуживания в мобильной сети. Работа носит научно исследовательский характер, поэтому для ее проведения необходимо помещение «операторская», в котором будет работать 6 человек, инженеров, трое мужчин и трое женщин. Все кандидаты имеют техническое образование, опыт разработки технических документов, умеют тестировать

программные приложения, владеют такими программами, как NetBalancer, Ping Monitor, Wireless Network Watcher, имеют сертификаты про прохождению курсов по Oracle, SQL, Cisco и умеют их применять в анализе мобильной сети.

Проверка рабочего места служащих. Рабочее место, хорошо организовано к трудовой деятельности оператора, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении.

В рабочем помещении—шесть рабочих мест с установленным на них компьютером, монитором и принтером [20]. Помещение операторов имеет следующие размеры: длина $A=9$ м и ширина $B=5$ м, а высота потолка $H=3$ м. Высота рабочей поверхности над уровнем пола 0,8 м, окна начинаются с высоты 0,8 м, высота окон 1,8 м. рядом стоящее здание на расстоянии 10 м, высотой 7 м, с трех других сторон затемняющих зданий нет.

План помещения показан на рисунке 5.1.



1— окно; 2 — шкаф для рабочих документов; 3 — дверь; 4 — шкаф для верхней одежды; 5 — рабочий стол; 6 — рабочий стул; 7 — оргтехника.

Рисунок 5.1 - План помещения

Согласно *СНиП РК 3.02-04-2009* “Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования”, работа людей в данном помещении производится сидя, и не требует физического напряжения, относится к категории II а (таблица 5.1).

Согласно нормам микроклимата, в помещении при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха (22–24°C),

его относительной влажности (60–40%) и скорости движения (не более 0,1 м/с).

Таблица 5.1-Категории работ по энергозатратам организма

Работа	Категория	Энергозатраты организма, Дж/с (ккал/час)	Характеристика работы
Средней тяжести	II а	< 250	Не требует большого физического напряжения, принадлежат работы связанные с хождением, перемещением мелких (до 2 кг) изделий и предметов в положении стоя или сидя

Независимо от периодов года микроклиматические параметры в помещении не превышают установленных допустимых значений: температура летнего периода +24 °С, температура зимнего периода +22°С.

В процессе взаимодействия человека с окружающей средой температура тела может значительно изменяться, что связано с температурой, влажностью и подвижностью воздуха в окружающей среде, а также тепловой радиацией от различных видов оборудования, используемых в производственной среде. Приспособление организма человека к изменениям параметров состояния окружающей среды выражается в способности протекания в нем процессов терморегуляции. Терморегуляция – совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянства температуры тела ($\approx 36 - 37^{\circ}\text{C}$). Это обеспечивает нормальное функционирование организма, способствует протеканию биохимических процессов в организме человека.

Таблица 5.2-Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	T, °C	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	II а	22-24	0,1
Теплый	II а	23-25	0,1

Помещение, где сотрудники работают на персональных компьютерах, должен иметь естественное и искусственное освещение. Рабочий персонал работает двенадцать часов по три смены, поэтому обязательно требуется хорошо освещенный офис в вечернее и ночное время суток [21].

Изменения естественного освещения на протяжении светлой части суток или вызванные метеорологическими условиями не должны вызывать

снижения освещенности в рабочей зоне ниже значений, установленных нормами искусственного освещения для соответствующего вида работ.

Искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения [22]. Согласно пункту 33 Санитарно-эпидемиологических требований № 1430, в производственных и административно-общественных помещениях на рабочем месте применяют системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны рабочего места).

В качестве источников света при искусственном освещении используются люминесцентные лампы. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе энергосберегающих (п. 35 Санитарно-эпидемиологических требований).

Рациональное освещение производственных помещений имеет важное значение в комплексе санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на оздоровление условий труда и повышение работоспособности обслуживающего персонала. Освещение обеспечивает точность проведения производственных операций, концентрирует внимание рабочих на выполняемой работе, уменьшает утомление глаз и в известной мере способствует снижению производственного травматизма. В помещении производится работа, относящаяся к категории III (а). Для производственного труда оператора также необходима рационально организованная окружающая среда, микроклимат рабочего места должен исключить мешающие и раздражающие воздействия факторов, которые способны вызвать утомление и напряжение оператора – освещение, вентиляцию. Для поддержания условий микроклимата в помещении, благоприятных для работы, целесообразно оснастить его системой концентрирования, которая также будет рассчитано в разделе.

При разработке положения оператора созданы следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющий выполнять все необходимые; достаточная физическая, визуальная и слуховая связи между рабочим человеком и оборудования, а также между людьми, в реализации общих задач труда, а также безопасного и адекватного дорожки для работающих людей; необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения задач работы, техническое обслуживание. На рабочем месте оператора использованы:

- средства отображения информации индивидуального пользования (дисплей);
- средства ввода информации (клавиатура, различные манипуляторы);
- средства связи и передачи информации (телефонный аппарат, модем);
- средства документирования и хранения информации (принтеры, накопители);
- вспомогательное оборудование.

Средства документирования расположены справа от оператора в зоне максимальной досягаемости, а средства связи – слева, чтобы освободить правую руку для записей. Экран дисплея, документы и клавиатура расположены так, чтобы перепад яркостей поверхностей, зависящий от их расположения относительно источника света, не превышал 1:10 (оптимально 1:3).

5.2 Расчет системы искусственного освещения

73

используем метод коэффициента применения. Рассчитаем общее освещение для операторного здания длиной $A = 9$ м, шириной $B = 5$ м, высотой $H = 3$ м с побеленными стенами, белым подвесным потолком, с открытыми окнами. Выбираем нормируемую освещённость для зрительной работы средней точности, она равна $E = 200$ лк. Принимаем систему общего освещения люминесцентными лампами ЛД мощностью 36 Вт, со световым потоком $\Phi_L = 2350$ лм, диаметром 16 мм, длиной 1149 мм. Светильники типа PRS/R-236 (по две лампы в светильнике) фирмы Lighting Technologies, встраиваемые в подвесные потолки. Коэффициенты отражения потолка, стен, пола – $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, $\rho_{\text{пол}} = 20\%$.

Расчётная высота подвеса - рабочая поверхность находится на высоте $h_{\text{рт}} = 0,8$ метра от пола, высота свеса ламп - $h_{\text{сл}} = 0$ метров, следовательно

$$h = H - (h_{\text{рт}} - h_{\text{сл}}), \quad (5.1)$$

$$h = 3 - (0,8 - 0) = 2,2 \text{ (м)}.$$

Наилучшее расстояние между светильниками определяется как ($\lambda = 1,2 \div 1,4$)

$$L_a = \lambda \cdot h, \quad (5.2)$$

$$L_n = 1,2 \cdot 2,4 = 3 \text{ (м)}.$$

При ширине зала $B = 5$ м имеем число рядов светильников

$$n = B/L, \quad (5.3)$$

$$n = 5/3 = 2.$$

Определим индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{n \cdot (A + B)}, \quad (5.4)$$

$$i = \frac{9 \cdot 5}{2 \cdot (9 + 5)} = 2.$$

Тогда коэффициент использования $\eta_1 = 48\%$.

Коэффициент запаса для учебных помещений, лабораторий, конструкторских бюро:

$$K_3 = 1.5$$

Нужное число светильников

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta_1}, \quad (5.5)$$

где E —заданная минимальная освещенность;
 K_3 —коэффициент запаса;
 S —освещаемая площадь;
 Z —коэффициент неравномерности освещения ($Z=1.1 \div 1.2$)
 N —количество ламп в светильнике;
 $\Phi_{\text{л}}$ —световой поток лампы.

Подставим значения в формулу 5.5

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 45 \cdot 1,1}{2 \cdot 2350 \cdot 0,48} = 18 \text{ (шт.)}$$

Так видно, что из формул необходимо 18 светильников вида PRS R-236.

При длине 1-го светильника типа PRS R-236 с несколькими (двумя) лампами OSRAM Lumilux L 36W $L=1,2$ м, а ширина $W=0,4$ м, их общая длина в один ряд

$$N \times W = 6 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ (м)},$$

$$D_w = (9 - 2,4) / 10 = 0,66 \text{ (м)},$$

$$N \cdot L = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ (м)},$$

$$d_l = (5 - 3,6) / 4 = 0,35 \text{ (м)}.$$

Таким образом, помещаем в один ряд по ширине три светильника и между ними расстояние 0,35 метра, и расстояние от стен по 3,5 метра. И устанавливаем в один ряд по длине 6 светильников между ними расстояние 0,66 метра и расстояние от стены по 0,66 метра. Общее количество для создания хорошей освещенности 200 лк необходимо 18 светильников PRS R-236 с лампами мощностью 36 Вт. Схема размещения светильников изображена на рисунке 5.2.

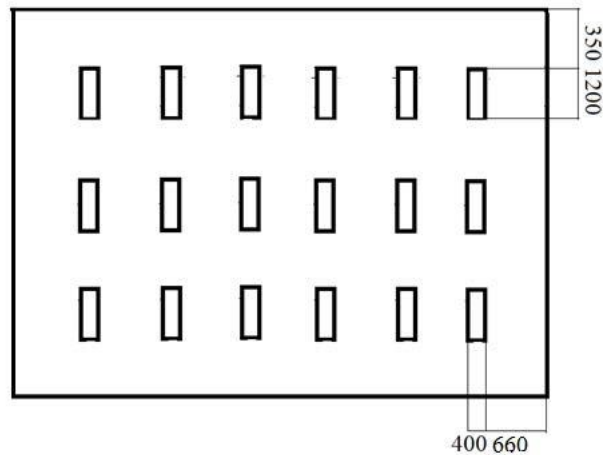


Рисунок 5.2 - Расположение светильников

где $V_{\text{пом}} = 9 \cdot 5 \cdot 3 = 135 \text{ м}^3$ – объём помещения;
 $X_0 = 0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ – удаленная тепловая характеристика;
 $t_{\text{Нрасч}} = 27,6$ – расчетная наружная температура для тёплого периода года;
 $t_{\text{Нрасч}} = -10^0$ – расчетная наружная температура для холодного периода года;
 $t_{\text{Врасч}} = 23^0$ – расчетная внутренняя температура для теплого периода года;
 $t_{\text{Врасч}} = 16^0$ оптимально, 23^0 допустимо – расчетная внутренняя температура для холодного периода года.

5.2.2 Мероприятия для улучшения системы концентрирования воздуха. При расчете системы концентрирования воздуха необходимо отталкиваться из нехватки удаления из рабочего помещения всех вредных факторов, т.е. избытков влаги паров ,тепла, пыли и газов.

Теплопоступления и теплопотери в следствии разности температур.

Количество тепла, прибывающего в место, в следствии разности температур формируется согласно формуле

$$Q_{\text{огр}} = V_{\text{пом}} \cdot X_0 \cdot (t_{\text{Нрасч}} - t_{\text{Врасч}}), \quad (5.6)$$

В таком случае теплопоступления с целью тёплого этапа года составят

$$Q_{\text{огр}} = 135 \cdot 0,42 \cdot (27,6 - 23) = 260,2 \text{ (Вт)}.$$

А теплопотери для холодного периода года составят (формула 3.6)

$$Q_{\text{огр}} = 135 \cdot 0,42 \cdot (23 - (-10)) = 1871,1 \text{ (Вт)}.$$

Количество тепла от солнечного излучения.

Область ленточного остекления операторской (2 окна – 2 х 1.8 метра, направление на север «С»)

$$F_0 = n \cdot S_{\text{окна}}, \quad (5.7)$$

$$F_0 = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $Q_{\text{рад}}$ – количество тепла от солнечного излучения.

Таблица 5.3-Приток тепла от рассеянной и прямой солнечной радиации посредством вертикальное остекление

Географическая широта	Время	Остекление	
		С	
		Прямое	Рассеянное
44	11-12 ч.		59

Таблица 5.4-Коэффициент пропускания тепла

Солнцезащитное устройство	$\beta_{\text{с.з.}}$
Жалюзи, из деревянных пластин	0,15

Таблица 5.5-Коэффициент K_1 , рассматривающий затемнение световых проемов

Заполнение светового проема	Незагрязненная атмосфера
Остекление в металлических переплетах	1,15

Таблица 5.6-Коэффициент K_2 , учитывающий загрязнение остекления

Степень загрязненности остекления	K_2
Незначительное (не более 5 мг/м ³)	0,95

$$Q_{\text{РАД}} = m \cdot F_0 \cdot (q^I + q^{II}) \cdot \beta_{\text{с.з.}} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (5.8)$$

где m – количество окон;

F_0 – площадь окна;

q^I, q^{II} – тепловые потоки от прямой и рассеянной радиации (Вт/м²);

$\beta_{\text{с.з.}}$ – коэффициент тепло пропускания;

k_1 – коэффициент затемнения остекления;

k_2 – коэффициент загрязнения стекла.

$$Q_{\text{РАД}} = 2 \cdot 3,6 \cdot 59 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot 1,15 = 70 \text{ (Вт)}.$$

Теплопоступление от людей.

Операторская деятельность - различается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным усилием.

При активной деятельности интеллекта необходимость мозга в энергии увеличивается, составляя 15...20 % от общего размера в организме. При этом употребление кислорода 100 г коры мозга головы в действительности в 5 раз больше, чем расходует скелетная мышца такого же веса при максимальной нагрузке [24]. Ежедневный расход энергии при умственном труде составляет от 10,5 до 12,5 МДж.

В кабинете в летний сезон при температуре 23° находится 6 человек. Один представитель мужского при температуре 23° в положении сидя выделяет явного тепла 79 Вт, для женского пола данный коэффициент составляет 67 Вт. В кабинете присутствуют 3 мужчин и 3 женщины. В зимний период же средняя температура в помещении составляет 16° С, по этой причине очевидное тепловыделение одного мужчины равно 109 ваттам, а у женщин 93 ваттам. Подобным способом, подвергнем вычисления тепловыделения от людей

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{я}} \cdot n - \text{количество тепла от людей,}$$

где $q_{\text{я}}$ – количество явное (Вт) (для 23°C – 79 Вт, для 16°C – 109 Вт)
 $q_{\text{я}}$ женщин составляет 85% $q_{\text{я}}$ мужчин.

Летом:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{я}} \cdot n = 3 \cdot 79 + 3 \cdot 67 = 438 \text{ (Вт)},$$

Зимой:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{я}} \cdot n = 3 \cdot 109 + 3 \cdot 93 = 606 \text{ (Вт)}.$$

Теплопоступление от осветительных устройств и оргтехники.

Теплопоступление от ламп формируется согласно составу по формуле

$$Q_{\text{Oy}} = \eta \cdot N_{\text{Oy}} \cdot F. \quad (5.9)$$

Показатель перехода гальванической энергии в термическую энергию с целью люминисцентных ламп: $\eta=0.5-0.6$

Определение мощности ламп

$$N_{\text{Oy}}=9 \text{ (Вт/м}^2\text{)}$$

Область фалда

$$F_{\text{пол}} = 9 \cdot 5 = 45 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Тогда

$$Q_{\text{осв}} = 0.6 \cdot 9 \cdot 45 = 243 \text{ (Вт)}.$$

Теплопритоки, образующие из-за счёт пребывающей в кабинете оргтехники, в среднем равно триста Вт на один компьютер, а для оргтехники же в среднем составляет пятьдесят Вт на одно устройство.е.

$$Q_{\text{об}} = 180 \cdot 6 + 1 \cdot 50 = 1130 \text{ (Вт)}.$$

В таком случае единый баланс теплоступлений формируется формулой

$$Q_{\text{осв}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{люд}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}}. \quad (5.10)$$

И равняется для тёплого времени тогда

$$Q = 260 + 70 + 438 + 243 + 1130 = 2141 \text{ (Вт)}.$$

Для холодного времени периода

$$Q = -1871 + 70 + 606 + 243 + 1130 = 178 \text{ (Вт)}.$$

Теплонапряженность

Так как тепловое равновесие для летнего периода больше зимнего периода баланса, то рассчитаем тепло напряжение атмосферы по формуле

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{изб лето}} \cdot 860}{V_{\text{пом}}} = \frac{2,141 \cdot 860}{518,4} = 3,55 \text{ ккал/м}^3,$$

$$\text{При } Q_{\text{н}} > 20 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3}, \Delta t = 8^\circ \text{C},$$

$$Q_{\text{н}} > 20 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3}, \Delta t = 6^\circ \text{C}.$$

Установление числа воздуха, нужное для поступления в кабинет

$$L = \frac{Q_{\text{изб}} \cdot 860}{C \cdot \Delta t \cdot \gamma} = \frac{2,141 \cdot 860}{0,24 \cdot 6 \cdot 1,204} = 1062 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right).$$

Рассчитаем кратность воздухообмена

$$n = \frac{L}{v_{\text{пом}}} = \frac{1062}{135} = 7,9 (\text{час}^{-1}).$$

Подбор кондиционера

Исходя из всеобщего наибольшего теплоступления (теплоступления максимальны в теплый период года) для рассматриваемого кабинета, модель кондиционера подбираем из типового ряда по ближайшему (с учетом запаса) холодопроизводительности и его значению[25].

Для предоставления постоянной работы кондиционера подберем оборудование фирмы Media сделанное в Китае, промышленные характеристики покажем в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Технические свойства кондиционера Almasom, устанавливающего на стену. Сплит-концепция настенного вида

Модель	Потребляемая Мощность, кВт	Охладительная мощность кВт	Мощность тепла, кВт	Максимальный расход воздуха, м ³ /ч
АСН-24Н4	5	13	14	2100

С целью предоставления нужной температуры на рабочем месте с параметрами 6х5х3 нужен кондиционер Almasom АСН-24Н4 с расходом воздуха максимально равным 2100 м³/ч.

Выводы по БЖД: в разделе БЖД было проведено развернутое исследование условий труда в компании. Были обнаружены главные небезопасные и вредные условия, которым подвергаются сотрудники операторской в процессе трудовой деятельности, приведен проект размещения оборудования и рабочих зон. Для нормальной деятельности сотрудников в операторской, при расчете ликвидации недостаточности освещенности рабочей области было размещены в один ряд по ширине три светильника с промежутком между ними 0,35 метра и от стен расстоянием по 0,35 метра, и в один ряд по длине 6 светильников с расстоянием между ними 0,66 метра и расстоянием от стен 0,66 метра. С целью предоставления общепризнанных микроклимата выбрано оборудование фирмы кондиционер Almasom АСН-24Н4 настенного типа с максимальным расходом атмосферы 2100 м³/ч таким образом кондиционеры данной компании отталкиваясь от произведенных из выполненных нами расчетов с запасом.

6. Экономическая часть

6.1 Продукция

Анализ трафика имеет жизненно важное значение для эффективного управления сетью. Она является источником информации о функционировании корпоративных приложений, на которые приходится

распределения средств, планирования и локализации неисправностей.

Преимущество моделирования является процесс возможности подмены событий в системе под реального ускорения в масштабе времени или замедления процесса изменения событий в темпе работы программы. В результате, в нескольких минутах воспроизвести работу сети в течение нескольких дней, что дает возможность оценить работу сети в широком диапазоне переменных. Или более секунды воспроизводить сети, вы можете воспроизводить на десятки минут, что дает возможность детально проанализировать процессы, происходящие в работе программ сети.

Использование инструментов компьютерного моделирования позволяет значительная экономия времени и усилий разработчиков, а также для максимального информационную систему, соответствующую их требованиям бизнеса.

6.2. Расчет затрат на заработную плату персоналу

Проект должен работать, некоторые эксперты: разработчик, руководитель, руководитель, ответственного за работу программного обеспечения, три инженера ответственных за снимаемые показатели.

Стоимость программного проекта рассчитывается как общего объема капитальных инвестиций, связанных с разработки и внедрения программного продукта. Капитальные затраты включают все единовременных затрат, с учетом возможных накладных расходов. Расчет инвестиций в соответствии с формулой

$$K = H(K_{\text{зп}} + C_{\text{мч}} \cdot (T_{\text{анализа}} + T_{\text{проект}} + T_{\text{кодир}} + T_{\text{отл}} + T_{\text{ТП}})), \quad (6.1)$$

где K – капитальные затраты, тг;

$K_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда персонала, тг;

H – коэффициент накладных расходов;

$T_{\text{анализа}}$ – машинное время, затраченное на предварительный анализ, час;

$T_{\text{проект}}$ – машинное время, затраченное на проектирование ПО, час;

$T_{\text{кодир}}$ – машинное время, затраченное на разработку кода, час;

$T_{\text{отл}}$ – машинное время отладки программы, час;

$T_{\text{ТП}}$ – машинное время, затраченное на разработку технической документации, час;

$C_{\text{мч}}$ – стоимость часа работы программного обеспечения, тг/час.

Затраты на оплату труда персонала рассчитываются по формуле

$$K_{\text{зп}} = \sum_{i=1}^N (T p_i \cdot C p_i), \quad (6.2)$$

где $K_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда персонала, тг;

T_{pi} – затраты времени на работы, выполняемые i -ым рабочим, час;
 C_{pi} – среднечасовая ставка i -ого рабочего, тг/час;
 N – число рабочих.

Среднечасовая ставка рабочего определяется по формуле (6.3)

$$C_p = \frac{K_p \cdot Z_{np}}{T_m}, \quad (6.3)$$

где K_p – районный коэффициент, 1,25;

Z_{np} – месячный оклад работника, тг;

T_m – месячный фонд рабочего времени, 160 час.

Список занятого в проекте персонала с указанием месячного оклада, представлен в таблице 6.1.

С учетом единственного социального налога 34% затраты, связанные с оплатой труда персонала, составят

$$K_n = 72500,00 \cdot 1,34 = 163480,00 \text{ (тенге).}$$

Таблица 6.1 – Персонал, занятый в проекте

Должность	Месячный оклад, тг	Среднечасовая ставка, тг/час	Затраты времени, час	Затраты на оплату, тг
Руководитель проекта	230000,00	1300,00	20	26000

Продолжение таблицы 6.1

Должность	Месячный оклад, тг	Среднечасовая ставка, тг/час	Затраты времени, час	Затраты на оплату, тг
Руководитель ответственный за разработку программного обеспечения	180000	800	30	24000
Разработчик	160000	300	75	22500
Инженеры снимающие показатели (3 человека)	3·115000	3·550	3·30	49500
итого	915000	–	215	122000

6.3 Расчет трудоемкости разработки программного продукта

Базовый показатель для определения составляющих затрат труда вычисляется по формуле

$$Q = q \cdot c, \quad (6.4)$$

$$Q = 3000 \cdot 1,15 = 3450 \text{ (тенге).}$$

где $q = 3000$ – коэффициент, учитывающий условное число команд в зависимости от типа задачи;

$c = 1,15$ – коэффициент, учитывающий новизну и сложность программы.

Выбрать значение коэффициента q можно из таблицы 6.2.

Таблицы 6.2 – Значения коэффициента q

Тип задачи	Пределы изменений коэффициента
Задачи учета	1400 – 1500
Задачи оперативного управления	1500 – 1700
Задачи планирования	3000 – 3500
Многовариантные задачи	4500 – 5000
Комплексные задачи	5000 – 5500

Программные продукты по степени новизны могут быть отнесены к одной из 4-х групп:

Группа А – разработка принципиально новых задач;

Группа Б – разработка оригинальных программ;

Группа В – разработка программ с использованием типовых решений;

Группа Г – разовая типовая задачи.

Коэффициент c определяется из таблицы 6.3, на пересечении групп сложности и степени новизны.

Таблицы 6.3 – Коэффициенты расчета трудоемкости

Язык программирования	Группа сложности	Степень новизны				Коэффициент β
		А	Б	В	Г	
Высокого уровня	1	1,38	1,26	1,15	0,69	1,2

Далее необходимо рассчитать время на создание программного продукта.

Общее время на создание программы складывается из различных компонентов (таблица 6.4).

Таблицы 6.4 – Структура общего времени на создание программного продукта

№ этапа	Обозначение времени данного этапа	Содержание этапа
1	$T_{по}$	Подготовка описания задачи
2	T_o	Описание задачи
3	T_a	Разработка алгоритма
4	$T_{бс}$	Разработка блок – схемы алгоритмы
5	T_n	Написание программы на языке
6	T_p	Набивка программы
7	$T_{от}$	Отладка и тестирование программы
8	T_d	Оформление документации, инструкции пользователю, пояснительной записи

Время рассчитывается в человеко – часах, ТПО берется по времени фактически работал, и оставшееся время этапы урегулирования определяется по количеству условных команд Q. Определяем время, проведенное в каждой фазе программного продукта: ТПО (времени подготовить описание проблемы), приняты и в том, (от 3 до 5 дней, 8 часов)

$$T_{по} = 40 \text{ (чел/час)}.$$

T_o (время на описание задачи) определяется по формуле

$$T_o = \frac{Q \cdot B}{50 \cdot K}, \quad (6.5)$$

$$T_o = 3450 \cdot 0,8 / (50 \cdot 1,5) = 36,8 \text{ (чел/час)},$$

где $B = 0,8$ – коэффициент учета изменений задачи, коэффициент B в зависимости от сложности задачи и числа изменений выбирается в интервале от 1,2 до 1,5 (таблицы 6.5)

$K = 0,8$ – коэффициент, учитывающий квалификацию программиста. Выбрать значение коэффициента K можно из таблицы 6.5.

Таблица 6.5 – Коэффициенты квалификации программиста

Опыт работы	Коэффициент квалификации
До двух лет	0,8
2 – 3 года	1
3 – 5 лет	1,1 – 1,2
5 – 7 лет	1,3 – 1,4
Более 7 лет	1,5 – 1,6

T_a (время на разработку алгоритма) рассчитываем по формуле

$$T_a = \frac{Q}{50 \cdot K}, \quad (6.6)$$

$$T_a = 3450 / (50 \cdot 0,8) = 86,25 \text{ (чел/час)},$$

$T_{\text{бс}}$ (время на разработку блок – схемы) определяется аналогично T_a :

$$T_{\text{бс}} = 86,25 \text{ (чел/час)}.$$

T_n (время написания программы на языке программирования) определяется по формуле

$$T_n = \frac{Q \cdot 0,8}{50 \cdot K}, \quad (6.7)$$

$$T_n = 3450 \cdot 0,8 / (50 \cdot 0,8) = 69 \text{ чел/час)},$$

$T_{\text{п}}$ (время набивки программы) определяется по формуле

$$T_{\text{п}} = \frac{Q}{50}, \quad (6.8)$$

$$T_{\text{п}} = 3450 / 50 = 69 \text{ (чел/час)}.$$

$T_{\text{от}}$ (время отладки и тестирования программы) определяется по формуле

$$T_{\text{от}} = \frac{Q \cdot 4,2}{50 \cdot K}, \quad (6.9)$$

$$T_{\text{от}} = 3450 \cdot 4,2 / (50 \cdot 0,8) = 362,25 \text{ (чел/час)}.$$

T_d (время на оформление документации), берется по факту и составляет (от 3-х до 5-ти дней по 8 часов)

$$T_d = 40 \text{ (чел/час)}.$$

Суммарные затраты труда рассчитываются как сумма составных затрат труда по формуле

$$T = T_{\text{по}} + T_0 + T_a + T_{\text{бс}} + T_n + T_{\text{п}} + T_{\text{от}} + T_d, \quad (6.10)$$

$$T = 40 + 36,8 + 86,25 + 86,25 + 69 + 69 + 362,25 + 40 = 703 \text{ (чел/час)}.$$

6.4 Расчет стоимости машинного часа

Общая себестоимости машинного часа рассчитывается в соответствии с формулой

$$C_{\text{м.ч.}} = H_{\text{ам}} + H_{\text{э}} + H_{\text{м}} + H_{\text{з}}, \quad (6.11)$$

где $H_{\text{ам}}$ – затраты на амортизацию техники;

$H_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию;

$H_{\text{м}}$ – затраты на дополнительные материалы;

$H_{\text{з}}$ – затраты на запасные части.

Затраты на амортизацию техники рассчитываются по формулой

$$H_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{ком}} \cdot K_{\text{ам}}}{T_{\text{ч}}}, \quad (6.12)$$

где $C_{\text{ком}}$ – стоимость компьютера, тг. (средняя цена компьютера на базе процессора IntelCore i5 составляет 200000,00 (тг);

$K_{\text{ам}}$ – коэффициент амортизации, % ($K_{\text{амор}} = 10\%$);

$T_{\text{ч}}$ – количество затраченного времени в часах ($T_{\text{ч}} = 320$).

$$H_{\text{ам}} = \frac{200000,00 \cdot 0,1}{703} = 28,4 \text{ (тг/час)}.$$

Затраты на дополнительные материалы принимаются в размере 2% от стоимости компьютера. Часовая норма отчислений составит

$$H_{\text{м}} = \frac{200000,00 \cdot 0,2}{703} = 56,9 \text{ (тг/час)}.$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$H_{\text{э}} = C_{\text{кч}} \cdot M, \quad (6.13)$$

где $C_{\text{кч}}$ – стоимость кв/ч;

M – потребляемая компьютерная мощность, кВт.

Для компьютера, на котором был разработано программное обеспечение, пиковая мощность составляет 420 Вт. Тогда затраты на энергию часовой разряд не превышает

$$H_{\text{э}} = 21,64 \cdot 0,34 = 7,36 \text{ (тенге)}.$$

Затраты на запасные части принимаются в размере 5% от стоимости компьютера, часовая норма отчислений составит

$$З_3 = \frac{200000,00 \cdot 0,05}{703} = 14,2 \text{ (тенге)}.$$

Таким образом, полная стоимость машинного часа составит

$$С_{м.ч.} = 14,2 + 7,36 + 56,9 + 28,4 = 106,86 \text{ (тенге/час)}.$$

6.5 Расчет итоговой себестоимости программного продукта

Принимая фактор накладные $H=1.2$ и общее время предварительного анализа (1 месяц), разработка и экспериментирование равно 703 ч. Согласно формуле 6.1, общая стоимость разработки программного обеспечения будет

$$K = 1,2 \cdot (163480,00 + 23,99 \cdot 703) = 286323,096 \text{ (тенге)}.$$

Программный продукт не предназначен для выпуска на открытом рынке программных продуктов. тем не менее, цены на ПП определены договорной необходимой для возникновения возможной системы случаи продажи автоматизированный системы. Цена интеллектуального труда.

Цена – себестоимость плюс чистый доход, т.е.

$$Ц = С + П, \quad (6.14)$$

где C – себестоимость продукта;

P – чистый доход.

При определении первоначальной цены изделия, задается желаемый уровень рентабельности, рекомендуемый в этом случае уровень рентабельности – от 20% до 40 для отрасли телекоммуникации

$$Ц_{п} = C(1 + P/100) = 286323,096(1 + 20/100) = 343587,72 \text{ (тенге)}.$$

где P – рентабельность (20% – 40%);

$Ц_{п}$ – первоначальная цена.

Далее определяется цена реализации с учетом НДС

$$Ц_{р} = Ц_{п} + НДС = 343587,72 + 1,13 = 343588,84 \text{ (тенге)}.$$

Налог на добавленную стоимость (НДС) 12%, следовательно

$$Ц_{р} = Ц_{п} + 1,12. \quad (6.15)$$

В условиях рыночных отношений не может быть ограничена цена (DO) имеет рыночную цену, которая зависит от спроса на интеллектуальный труд.

Вывод: В результате организационных и экономических расчетов было получено общая стоимость, равная, 286323,096 тенге, которое требуется для развития программного обеспечения продукта. Результаты исследования могут быть применены к различным операторам, осуществляющим анализ со стороны пользователей после предоставления им мобильной связи. В связи с переходом на более высокий уровень развития сетевых технологий, эта работа имеет важное значение для оценки эффективности работы сотовых операторов.

Заключение

Процессы глобализации инфокоммуникационных сетей и международная интеграция призывают находить возможные дороги развития и формирования государственной концепции балла и управления качеством услуг связи. Новейшие радиотехнологии связи и радиовещания, разрешающие вводить в телекоммуникационную биржу все без исключения наибольшее число услуг связи, вынуждают всемирное телекоммуникационное общество посмотреть на проблемы оценки качества услуг связи и систему управления качеством как на один из основных факторов эффективного развития рынка услуг связи. В наш период абсолютно во всем обществе условия потребителей к качеству услуг связи стали более дифференцированными и строгими, то что считается значимым с точки зрения обеспечения эффективной экономической работы операторов связи.

В наше время и в нашей стране тема качества мобильной связи считается довольно важной. Продолжающееся улучшение телекоммуникационного рынка, обострение конкуренции между операторами связи на территории Республики Казахстан, переход данной конкуренции из ценовой плоскости в область услуг – все данные условия обуславливают повышение интереса, что уделяется вопросам качества услуг связи. Заинтересованными личностями здесь являются и пользователи, и операторы, и регулирующие и осуществляющие контроль органы.

Формирование общей концепции показателей качества и нормирования считается важной проблемой на дороге развития целостной системы взаимодействия операторов сетей мобильной связи, абонентов и контролирующих организаций. Таким образом, пользователь способен дать оценку за обслуживание, предоставляемые разными компаниями по единой шкале норм на показатели качества, а предприятие – создать совокупный аспект к контролю качества и оптимизации функционирования сети. Необходимо выделить, то что реализация этой цели является непростой и трудоемкой, так как мобильная связь является новой для отрасли, и по этой причине вся нормативно-правовая документация и стандарты пребывают в

стадии разработки. Гармонизирование государственной и международной системы позволит казахстанским операторам мобильной связи увеличить конкурентоспособность услуг с учетом последних требований мирового телекоммуникационного рынка, а внедрение единых норм на показатели качества создаст условия, при которых и контролирующие организации и абонент сети смогут оценить услуги, предоставляемые разными компаниями. Формирование государственной системы управления качеством следует базироваться на совершенной нормативно-правовой базе, учитывающей приобретенный уровень качества услуг связи и нормативные требования сопредельных стран, входящих в ЕС.

Стандартизация системы управления качеством и создание условий к качеству услуг связи должны стать определяющими направлениями исследований в этой отрасли.

Список литературы:

- 1 Иванов А.Б., Засецкий А.В., Постников С.Д., Соколов И.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи: Обслуживание, качество услуг, бизнес – управление – Новый Орлеан, 2000. – 520 с.
- 2 Иванов А.Б., Засецкий А.В., Постников С.Д., Соколов И.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи. Ч.2: Обслуживание, качество услуг, бизнес – управление – М.: Компания Сайрус Системс, 2001. – 336с.
- 3 Бабин А.И. Подходы к оценке качества сетей сотовой связи – Современные технологии №3, 2008. – 47–48с.
- 4 Крук Б., Шувалов В. Телекоммуникационные системы и сети, и Современные технологии. Том I – М.: 2003. – 647с.
- 5 Основные возможности // signalmonitoring.com. сайт. 2011. URL: <http://signalmonitoring.com/ru/about> (дата обращения: 7.01.2016).
- 6 Володина Е.Е., Тихвинский В.О. Управление качеством услуг подвижной связи четвертого поколения – М.: Мобильные системы, 2014. – 25–35с.
- 7 Бельков Д.В. Исследование сетевого трафика – М.: Автореферат диссертации. Донецкий национальный технический университет, 2009. – 27с.
- 8 Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети, принципы, технологии, протоколы – Санкт–Петербург, 2001. – 678с.
- 9 Гершман И.Р. Модели и методы расчета абонентской нагрузки в сотовых сетях – Санкт–Петербург, ЛОНИИС, 2001. – 275с.
- 10 GSM Field Test Pro //signalmonitoring.com. сайт. 2015. URL: <http://signalmonitoring.com/ru/gsm-field-test-pro> (дата обращения: 20.02.2016).
- 11 Описание приложения GSM Signal Monitoring. //signalmonitoring.com сайт. 2015. URL: <http://signalmonitoring.com/ru/gsm-signal-monitoring-description> (дата обращения: 23.02.2016).
- 12 Программа RfBenchmark главное окно. // rfbenchmark.ru. сайт. 2015. URL: http://www.rfbenchmark.ru/application_ru/ (дата обращения: 27.02.2016).

- 13 Название мобильных статей. // rfbenchmark.ru. сайт. 2015. URL: http://www.rfbenchmark.ru/category/articles_ru/ (дата обращения: 30.03.2016).
- 14 Попова А., Панов А. Системы управления сетями телекоммуникаций – М.: 2003. – 170с.
- 15 Янг Д., Лей Т. Производительная аппроксимация для поддержки QoS и организации эффективной полосы пропускания в сетях – Новый Орлеан, 2001. – 297с.
- 16 Крылов В.В., Самохвалов С.С. Теория телетрафика и ее приложения – СПб.: БХВ – Петербург, 2006 – 349с.
- 17 Сидорова О.И. Математические модели трафика в современных телекоммуникационных системах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико – математических наук – Тверь, 2010. – 11с.
- 18 Цыбаков Б.С. Модель телетрафика на основе самоподного случайного процесса – Москва, 1999. – 45с.
- 19 Абдимератов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат – Алматы: АУЭС, 2009.
- 20 Дюсебаев М.К. БЖД. Дипломное проектирование – Алматы: АИЭС, 2003.
- 21 Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга – М.: Энергия, 1998.
- 22 СНиП РК 2.04–05–2002. Естественное и искусственное освещение. Общие требования – Астана, 2002.
- 23 СНиП РК 2.02.05–2002. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Общие требования. Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли РК – Астана, 2003.
- 24 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Учебное пособие для вузов. Кунин П.П., Лапин В.Л. Понамарев Н.О. и др. – Алматы, 2008.
- 25 Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие – М.: Евроклимат, 2001. – 512с.

Приложение А

	Декабрь		Январь		Февраль		Март		Апрель	
Чи сла	Tele2 , Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2, Мбит/ сек	Altel, Мбит /сек	Tele2 , Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2 , Мбит /сек	Altel, Мбит /сек	Tele2 , Мбит /сек	Altel, Мбит /сек
1	11,15	19,99	10,17	22,14	14,13	18,97	9,47	19,99	12,13	20,76
2	1,83	16,06	1,64	17,05	2,34	15,42	3,01	14,37	0,74	19,17
3	2,84	19,76	2,88	18,45	2,01	17,66	2,31	18,51	3,45	20,37
4	1,69	15,37	1,65	19,03	2,23	14,78	3,54	16,77	2,68	17,22
5	1,37	24,19	1,42	17,15	2,49	19,07	2,23	21,98	1,84	19,17
6	4,98	20,89	5,01	19,21	5,62	17,54	4,26	21,45	3,67	18,11
7	7,58	21,68	7,59	20,67	7,62	21,68	7,01	21,01	6,58	19,67
8	0,81	10,54	0,93	12,36	0,45	10,54	0,46	11,03	1,58	9,51
9	1,81	2,17	1,82	8,45	1,72	2,17	1,65	5,04	2,55	3,67
10	5,61	6,21	5,73	5,65	5,02	6,21	5,27	4,37	4,63	7,02
11	6,44	3,47	6,35	2,84	7,34	4,11	5,23	3,07	6,23	4,31
12	1,22	4,74	1,32	4,57	2,09	3,54	0,77	4,22	1,87	3,42
13	1,87	5,45	1,92	5,94	2,78	5,12	0,91	4,51	1,71	4,99
14	5,99	6,78	5,68	6,62	6,21	6,78	4,67	5,62	5,61	4,12
15	2,63	4,41	2,48	5,31	4,02	4,12	3,12	3,76	2,71	5,01
16	2,01	2,87	2,03	3,45	1,42	1,74	0,69	4,05	2,74	1,14
17	9,02	7,82	9,04	5,46	7,64	7,82	7,24	8,26	8,05	6,37
18	1,24	5,47	1,58	5,01	2,08	5,44	0,36	7,62	1,29	6,51
19	2,41	6,74	2,21	6,12	2,17	6,74	1,09	5,02	3,51	6,84
20	2,78	5,45	2,69	6,01	2,17	5,45	2,31	4,87	3,04	3,74
21	1,38	5,78	1,37	5,47	1,69	5,78	2,84	5,14	2,66	4,45
22	1,32	4,41	1,12	4,34	1,22	4,41	2,33	5,01	3,07	6,03
23	5,08	3,17	5,01	3,19	5,16	3,87	4,65	4,22	4,15	3,11
24	1,19	6,21	7,16	6,42	4,14	5,45	2,07	7,13	1,14	5,62
25	1,88	3,47	1,77	3,51	1,64	3,33	2,61	4,17	2,02	4,78
26	1,74	4,74	1,41	4,51	1,36	4,55	2,05	2,67	2,74	3,61
27	7,68	5,45	7,65	5,67	6,98	5,64	5,67	3,77	8,02	4,87
28	3,25	6,78	3,45	6,64	2,55	6,78	2,41	5,13	4,11	5,07
29	1,74	4,41	1,69	3,98	1,56	4,04	0,98	3,67	2,67	5,17

30	6,53	2,17	4,57	2,55	6,02	2,87	5,71	3,75	6,77	4,51
	3,569	8,555	3,6446 7	8,592	3,796	8,054	3,231	8,339	3,799	8,278