МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Инфокоммуникационных технологий

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Чепасмбаева К.С
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____201___г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Статистический мониторинг и анализ сети телекоммуникаций

Специальность 5В071900 Радиотехника, электроника, и телекоммуникации

Выполнил(а) Сеитова Динара Жанатовна Группа СПКу 13-2
(Ф.И.О.)

Научный руководитель к.т.н. профессор Лемешкина Г.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

к.э.н, профессор Алибаева С.А.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «17» мая 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

д.т.н, профессор, академик, Дюсебаев М.К.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «18» мая 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники: доцент Гармашова Ю.М
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «23» мая 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: доцент Гармашова Ю.М
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «24» мая 2016 г.
(подпись)

Рецензент: д.т.н. профессор Лисицкий А.А
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «25» мая 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Инфокоммуникационных технологий

Специальность Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Сентовой Динаре Жанатовне
(Ф.И.О.)

Тема проекта "Статистический мониторинг и анализ сети телекоммуникаций"

Утверждена приказом по университету № 148 от «19» октября 2015 г.

Срок сдачи законченного проекта «25» мая 2016 г.

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

Объект исследования – сеть мобильной связи технологии 3G. Провести анализ динамики процента успешных голосовых вызовов. Рассчитать прогнозное значение показателя и оценить точность прогноза в программе MS Excel, горизонт прогноза 3 недели и 3 месяца. Период сбора данных один год.

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

Тенденции развития телекоммуникационных сетей.
2. Классификация телекоммуникационных сетей.
3. Мониторинг и анализ телекоммуникационных сетей.
4. Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях.
5. Методы обработки значений параметров сети телекоммуникаций.
6. Оценка самоподобия временного ряда процента успешных вызовов.
7. Прогнозирование процента успешных вызовов.
8. Расчёт по разделу безопасность жизнедеятельности.
9. Расчёт в экономической части.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Мониторинг и анализ телекоммуникационных систем. Процесс мониторинга сети. График динамики количества стран осуществляющих мониторинг качества услуг. Основные цели мониторинга качества связи. Технические показатели качества услуг мобильной связи. График динамики коэффициента успешных голосовых вызовов. Оценка самоподобия. Параметр Хёрста. Прогнозирование процента успешных вызовов 1-3 недели вперед.

Основная рекомендуемая литература:

1. К.Е. Самуилов, И.А. Шалимов, Д.С. Кулябов - Сети и системы информации: телекоммуникационные сети. Учебник и практикум, 2015г.
2. В.В. Бабков, П.В. Пальчиков, В.И. Устюжанин - Качество услуг мобильной связи. Оценка, контроль, управление, 2012 г.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономич. часть	Алибаева С.А.	27.04.16-23.05.16	
Безоп. жизнедеят.	Дюсебаев М.К.	01.02-18.05.16	
Техническая часть	Лещенская Э.М.	25.01.16-25.05.16	
Применение ВТ	Гарманова Ю.М.	20.03.16-23.05.16	
Нормконтроль	Гарманова Ю.М.	13.05.16-24.05.16	

График

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение	10.12.2015-21.12.2015	выполнено
Анализ состояния и		
тенденции развития		
телекоммуникационных		
сетей.	22.12.2015-23.01.2016	выполнено
Мониторинг и анализ		
телекоммуникационных		
сетей.	28.01.2016-08.02.2016	выполнено
Качество обслуживания		
в телекоммуникационных		
сетях.	09.02.2016-26.02.2016	выполнено
Оценка самоподобия		
временного ряда		
процента успешных вызовов.	29.02.2016-03.03.2016	выполнено
Прогнозирование процента		
успешных вызовов.	04.03.2016-25.03.2016	выполнено
Оценка точности прогноза.	28.03.2016-01.04.2016	выполнено
Расчёт безопасности		
жизнедеятельности.	15.04.2016-18.05.2016	выполнено
Расчет экономической		
части.	19.05.2016-23.05.2016	выполнено

Дата выдачи задания «10» 12 2015 г.

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

Научный руководитель

проекта _____ (Бешенная Э.М.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к

исполнению студент _____ (Сейтова Д.Ж.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы организации статистического мониторинга и анализа сети телекоммуникаций. Анализ результатов статистического мониторинга выполнен по результатам работы оператора мобильной связи в течение года. Проведен расчет и прогнозирование показателей качества обслуживания пользователей. Результаты прогнозирования могут быть использованы в практической деятельности оператора.

Также был были рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности, выполнены расчеты по освещению, выполнен подробный анализ условий труда. В экономической части дипломного проекта выполнен расчёт стоимости разработки программного продукта.

Annotation

In this diploma work considered topics of organization of statistical monitoring and analysis of the telecommucations network. The analysis of results of the work of mobile operator during a year. The calculation and forecasting were conducted about the quality of service for users. Also issues of health and safety were considered lighting calculations were conducted and also a detailed analysis of the working conditions was examined. In the economic part of the diploma, work can be observed cost calculation of the software development.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада статистикалық мониторинг және талдау телекоммуникация желісі ұйымдастыру мәселелері қарастырылған. Талдау нәтижелерін статистикалық мониторинг жұмыс нәтижелері бойынша ұялы байланыс операторы бір жыл ішінде орындалған. Есептеу және болжау көрсеткіштерінің сапасын пайдаланушыларға қызмет көрсету өткізілді.

Нәтижелерін болжау үшін практикалық операторының қызметі пайдалануы мүмкін. Сонымен қатар, жарықтандыру бойынша орындалған егжей-тегжейлі талдау жасау жобаны қаржыландырылған, есеп орындалды. Экономикалық бөлімде дипломдық жобада құнын есептеу бағдарламалық өнімді әзірлеу орындалды.

Содержание

Введение 7
1 Современные телекоммуникационные сети 8
1.1 Анализ состояния и тенденции развития телекоммуникационных сетей. 8
1.2 Классификация телекоммуникационных сетей 10
1.3 Характеристика и требования к сети 11
1.4 Развитие и оптимизация телекоммуникационных сетей 12
1.5 Мониторинг и анализ телекоммуникационных сетей 18
1.6 Применение мониторинга и анализа сетей при решении практических… задач в телекоммуникации 22
2 Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях 26
2.1 Критерии оценки эффективности функционирования ..... телекоммуникационной сети……26
2.2 Показатели качества функционирования сети мобильной связи 28
2.3 Анализ показателей качества оператора мобильной связи 33
3 Методы обработки значений параметров сети телекоммуникаций 41
3.1 Оценка самоподобия временного ряда процента успешных вызовов 41
3.2 Прогнозирование процента успешных вызовов 54
3.3 Оценка точности прогноза……57
4 Безопасность жизнедеятельности 68
4.1 Анализ условий труда 68
4.2 Технические решения по улучшению условий труда 73
5 Экономическая часть 78
5.1 Бизнес - план 78
5.2 Трудовые ресурсы, используемые в работе 80
5.3 Расчет себестоимости работы по разработке и проектировании 81
5.4 Расчет заработной платы инженера 83
5.5 Расчет амортизационных отчислений 85
5.6 Расчет затрат на электроэнергию 86
5.7 Расчет накладных и прочих расходов 86
5.8 Расчет цены программного продукта в научно-исследовательской ..... работе……87
Заключение 89
Список литературы 90
Приложение А……92
Приложение Б Справка антиплагиата
Приложение В Электронная версия ДП и демонстрационные видеоматериалы (CD-R)
Приложение Г Раздаточные материалы (формат А4 – 13 листов)

Введение

Сеть является источником жизненной силы и нервом любого бизнеса, поэтому мониторинг и оптимизация производительности сети имеют важное значение. Внутри сети могут происходить различные физические процессы. В таком случае сеть может работать медленно, либо отказать полностью.

Качество обслуживания сети предоставленная теми или иными сетевыми услугами, могут ухудшаться и в связи с этим могут появляться ряд недовольств со стороны пользователей, самим же поставщикам услуг не выгодно такое положение, ведь с ухудшением качества сети пользователи захотят выбрать более лучшую услугу, которая сможет удовлетворить их желания. Задачами сетевых специалистов является и быстрое обнаружение неполадок в работе сети, также полная диагностика и решение проблемы. Различных средств и диагностик мониторинга сети существует большое количество, но все они нацелены на одно, чтобы своевременно обнаруживать, проводить анализ проблемы, тем самым уменьшая время на устранение проблемы. Сбор и анализ имеет важное место в средствах мониторинга сетей, так как они помогают довольно быстро обнаружить потенциальные проблемы и предотвращая их появление.

Большому вниманию в сфере сетевых услуг IT-специалисты уделяют качеству предоставлению услуг, а также работе своих приложений чтобы гарантировать пользователю высокую производительность своих сетей. Чтобы оценивать качество работы услуг, нужно захватывать данные или же трафик в различных точках сети, к примеру серверов базы, и это поможет для полного анализа качества работы. В частности, анализ трафика можно выполнять не только для оценки качества работ, а также можно использовать для обнаружения хакеров, оптимизации её производительности сети. При предоставлении своих услуг, в первую очередь нужно уделять контролю работы своих сетей, иначе просто можно лишиться не только клиентов, но и выйти из строя оборудования, что также скажется на доходе компании. Кроме этого также производится сбор информации и дальнейший его анализ по объемам трафика, пропускной способности потребления сети различных приложений и клиентов, и задержке в сети.

Такие данные, в частности помогают выявить те участки, в сети, которые больше всего загружены, а также решают проблемы в работе приложений. На сегодняшний момент заинтересованность наблюдается и в проведении мониторинга качества IP-телефонии, а также и в передачи видео, при этом можно получать уведомления, в таких моментах, когда производительность сети резко уменьшается, в пределах допустимых значений. Данные средства мониторинга позволяют проверить допустимые нарушения транзакций в приложении действия пользователя. В дипломном проекте рассматриваются вопросы анализа и мониторинга показателей качества функционирования сетей с использованием статистических методов.

1 Современные телекоммуникационные сети

1.1 Анализ состояния и тенденции развития телекоммуникационных сетей

Современное состояние телекоммуникационных сетей можно определить термином «движение к совершенству». Навряд ли можно будет, как они будут выглядеть в перспективе, сколько поколений сетей и технологий предстоит ещё пройти. Тем не менее, уже сегодня видны такие вот наработки как: высокоскоростные линии доступа, мощные сети передачи и коммутации пакетов, оптические телекоммуникационные технологии и другие, которые могут определять следующие поколения сети телекоммуникаций.

Телекоммуникации являются интегральной частью бизнеса, которые могут обеспечивать как внутренние, так и международные потоки информации в процессе принятия каких-либо деловых решений. Объем передаваемых информаций через информационно-телекоммуникационные инфраструктуры, в наше время удваиваются в мире почти каждые 2-3 года, что может увеличивать значение телекоммуникации как на уровне компании, так и в целом в мировой экономике, что в свою очередь также усиливает процессы стоящей на повестке дня современной глобализации [1].

Активное и частое использование телекоммуникационных технологий в процессах экономического развития, обеспечивает нам переход к так называемым информационным обществам, когда информация помогает и двигает бизнес, становясь важным экономическим ресурсом. Следовательно, сегодня активное развитие телекоммуникаций является незаменимым условием экономических прогрессов и движений к постиндустриальным обществам в странах с переходной экономикой.

В большинстве стран уже сегодня, телекоммуникации развиваются обгоняющими темпами касательно экономики в целом. Время стремительных технологических изменений в отрасли телекоммуникаций принято считать начало XXI века. Производители и операторы предлагают все больше новых и дополнительных услуг и устройств своим потребителям. Подавляющее большинство технологических инноваций оказались в действительности востребованными населением, компаниями, а также государствами.

Из чего следует, поразительный технологический прорыв на стороне предложения соответствовал не менее по меньшей мере молниеносному росту спроса на устоявшиеся, а также новые услуги, что позволяет телекоммуникационных рынкам услуг повыситься в несколько раз за последние 10 лет, повысив свою долю как в валовом внутреннем продукте в целом, так и в предоставляемых услугах. В наше время развитию рынка услуг в сфере телекоммуникаций в Республике придается принципиальное значение как важному условию и фактору интеграции в мировое объединение

Быстрые развития и постоянные изменения технологий, которые каждые несколько лет ранее сделанные прогнозы корректируют, являются

основными особенностями телекоммуникаций. Вследствие чего анализ современных состояний и перспективы развития таких динамичных отраслей как телекоммуникация, для определения приоритетов развития, желательно проводить каждые 2 а то и 3 года.

Неравномерность развитий телекоммуникаций, для обозначения такой проблемы был к тому же введен специальный термин «digital divide» который означает информационное неравенство или же разрыв по использованию цифровых технологий является сегодня одной из важных проблем развития телекоммуникаций.

Актуальность данной проблемы в виду неразвитости сети телекоммуникаций в сельской, а также в малонаселенной местности в силу нерентабельности оказания услуг телекоммуникаций из-за низкой плотности населения, актуальна как на национальном уровне, так и в глобальном масштабе.

Информационное неравенство является довольно одной из самых важных проблем в современной экономике. К сожалению, ее невозможно решить, просто построив телекоммуникационные сети в развивающихся странах, корни проблемы уходят в политические, экономические, и социокультурные факторы. Среди данных факторов можно назвать уровень грамотности, уровень доходов населения, языковые проблемы, наличие физической инфраструктуры, уровень инвестиций в телекоммуникациях, политическая стабильность, четкость и определенность регулирования в отрасли, размещение и плотность населения в стране. Множество международных специализирующихся на этих институтах данная проблема приковывает особое внимание.

На сегодняшний день важно создать и содействовать такому распространению регуляторной среды, которая могла бы содействовать привлечению международных инвестиций и развитию телекоммуникаций развивающихся стран, что в свою очередь, будет способствовать сокращению такому масштабу как «информационное неравенство» и повышению доступности информационных технологий для большей части населения. Чем более развита экономика, тем выше уровень развития телекоммуникаций, то есть развитие сетей телекоммуникаций тесно связана с развитием экономики в целом. Рост телекоммуникационных отраслей помимо увеличения числа рабочих мест, повышает также эффективность других отраслей экономики, при этом образуя связь в обратном направлении. Довольно-таки интересная зависимость, относительной степени развития телекоммуникаций и экономики на различных этапах развития экономики [2].

До предопределенного уровня ВВП на душу населения зависимость прямая, то есть чем выше уровень ВВП на душу населения, тем выше становится доля телекоммуникаций в ВВП. Позднее зависимость становится обратной – при достижении определенного уровня развития доля телекоммуникаций в ВВП начинает понижаться, что доказывает о существовании предельного набора телекоммуникационных услуг,

необходимого потребителю, стоимость которого не превосходит определенной величины.

1.2 Классификация телекоммуникационных сетей

В настоящий момент телекоммуникацию можно рассматривать как совокупность электросвязи и информационных технологий, которые могут обеспечивать прием и передачу информации, таких как изображение, звук, данные и текст на большие расстояния.

Телекоммуникационная сеть - это комплекс всех технических и программных средств, за счёт которых осуществляются телекоммуникации.

К сетям телекоммуникаций можно отнести:

– Сети телефонной связи (передача голоса);
– Компьютерные сети (для передачи данных);
– Радиосети (а именно передача голосовой информации - широковещательные услуги);
– Сети мобильной связи;
– Телевизионные сети (передача данных, то есть изображения, голоса - широковещательные услуги).

Предоставляемым клиентам ресурсом во всех этих сетях является информация.

Таблица 1.1 описывает распределение видов услуг и формы предоставления информации в различных сетях.

Таблица 1.1 – Форма представления информации в сетях разного типа

Вид телекоммуникационной сети	Вид услуг	Вид представления информации
Телефонные сети	Интерактивные услуги	Голосовая
Радиосети	Широковещательные услуги	Голосовая
Телевизионные сети	Широковещательные услуги	Голос и изображение
Компьютерные сети		Алфавитно-цифровое

Интерактивные услуги (interactive services), оказывают телефонные сети, а именно два абонента, участвующие в разговоре (или по больше абонентов, если это конференцсвязь), попеременно проявляют активность. Широковещательные же услуги (broadcast services), оказывают телевизионные сети и радиосети, притом информация может распространяться только в одну сторону, то есть из сети к абонентам, по схеме “один ко многим” (point-to-multipoint). В настоящее время развиты направления в конвергенциях разных видов сетей телекоммуникаций. [3]

Сети телекоммуникации по своим масштабам делятся на основные три вида: Local Area Network (LAN) обозначаемая как локальные, Metropolitan

Area Network (MAN) они же региональные и последнее глобальные или Wide Area Network (WAN).

При локальной сети телекоммуникаций абоненты находятся на небольших расстояниях, до десяти километров (от силы пятнадцати) между собой. Максимум — сеть WiMAX с передатчиком на крыше высокого здания, которая обслуживает пару районов города.

При региональной сети телекоммуникаций, то есть Metropolitan Area Network (MAN), абоненты связаны огромными городами или странами между собой.

Наиболее выдающийся пример — это сотовая структурная сеть оператора мобильной связи. Wide Area Network (WAN) она же глобальная, охватывает страны, а также и континенты. Это спутниковая связь, телефонные сети, радиосвязь и конечно же интернет.

Принцип передачи данных можно классифицировать так:

При последовательных сетях с ретрансляцией, информация может двигаться от одного узла к другому по цепочке.

А при широковещательных сетях без ретрансляций, один узел может отправлять что-то всем абонентам.

В зависимости от конкретных потребностей, существуют множества различных сетей, такие как гибридные, разветвленные или же расширенные которые дополнены различными способами в зависимости от нужных потребностей.

Существуют различные способы организации работы активного сетевого оборудования и пассивного, и, следовательно, существует множество способов классификации сетей. Сети могут быть классифицированы в соответствии с топологией (топологией сети) или конфигурации [4].

Следует отметить, что, в соответствии с их географической протяженности, сети разделяются: глобальные и локальные. От 1 - 2-ух сотен тысяч километров довольно большие площади как правило, охватывают глобальные сети. Вычислительные ресурсы одного или нескольких зданий объединяет локальная сеть.

1.3 Характеристики и требования к сети

Конкретные требования к характеристикам сети обычно выражаются или же формулируются пользователями, часто сталкивающими с работой в сети. К примеру пользователь работает в сети, и он не удовлетворен скоростью передачи данных, его требованием при этом может быть выдвинуто к примеру, то что средняя скорость передачи его данных через сеть не могла опускаться ниже 2 Мбит/с [5].

Иначе говоря, в данном случае пользователь задает тот диапазон значений для средней скорости передачи информации через сеть, который для него означает хорошее качество сервиса, что может удовлетворить его требования.

К одной из следующих групп можно отнести характеристики качества транспортных услуг таких как:

- надежность
- производительность
- безопасность
- характеристики, имеющие значение только для поставщика услуг.

Для пользователей, работающих в зачастую в сети возникают такие требования к характеристикам сети, которые придают наиболее важное значение в их работе, а именно возможность без перерывов и потерь в обслуживании (то есть надёжности) передавать с заданной ими скоростью (производительность) защищенную от несанкционированных доступах и подменах информации (что касается безопасности), соответствующая первым трём группам [6].

Поставщикам услуг естественно важно обращать большое внимание на требования пользователей к этим характеристикам, так как важно рассматривать все пожелания и требования пользователей. Существуют и ряд важных характеристик для поставщиков услуг, которые к примеру, могут не привлекать внимания пользователей.

Так как система обслуживает большое количество пользователей, то поставщику услуг необходимо для организации работы своей сети, угодить одновременно всем пожеланиям и требованиям пользователей. Это довольно сложная проблема, так как основные ресурсы сети — это линии связи, коммутаторы (маршрутизаторы) которые распределяются между пользовательскими информационными потоками. Поставщикам услуг довольно важно соблюсти баланс в распределении ресурсов между конкурирующими потоками выполняя все требования пользователей. В процессе передачи пользовательских трафиков решением этих задач является контроль и планирование расходования ресурсов. Поставщики услуг заинтересованы в тех ресурсных характеристиках, с посредством чего они смогут обслуживать всех пользователей.

1.4 Развитие и оптимизация телекоммуникационных сетей

Для оптимизации и организации сетей возможных причин довольно-таки много. Почти все развивающиеся компании и предприятия неизбежно сталкиваются с необходимостью развития телекоммуникационных сетей.

Без использования вычислительных сетей в современном мире просто невозможно представить работу фирм, компаний и предприятий. С высоким темпом развития информационных технологий и внедрение их в нашу повседневную жизнь, возрастает объем данных, которые невозможно хранить и обрабатывать в одной компьютерной системе [7].

Поэтому зачастую совершенствуются и разрабатываются системы вычисления и хранения. В то же время разрабатываются технологии передачи данных, которые позволяют обеспечивать возрастающие требования к пропускной способности канала связи. Специалисты в области систем и сетей

связи могут столкнуться с такой дополнительной задачей, когда спроектирована и построена сеть, и уже через пару лет сеть может оказаться непригодной для использования решаемых новых задач, и благодаря этому может потребоваться полная её реорганизация. [8]

Даже в стадии проектирования, важно понимать, какие глобальные проблемы предполагается решать при помощи сети. Прежде всего это может зависеть от вида предпринимательской деятельности. Первоначально, операторы стараются занять лидирующие позиции на рынке передаваемых услуг, в связи с этим для них важны показатели прибыли. Поэтому, как правило, результатом является то что сеть должна иметь лучшие показатели производительности, максимальную функциональность, чтобы быть в готовности к внедрению новых услуг и подключения новых пользователей. В отличие от малого бизнеса круг решений задач довольно ограничен, и с течением времени почти не меняется.

В этом случае сеть, как правило, ограничена минимальной функциональностью и запасом производительности. В независимости от того, какие задачи может решать сеть, рано или поздно она устаревает, и на конкретном этапе может понадобиться полная её реорганизация. Для увеличения производительности сети, сокращение расходов на её развитие, очень важно учитывать несметное количество факторов при её проектировании. Решения, касающиеся отбора, на котором архитектура сети будет основана, зависит от многих параметров [9].

Выбор количества сетей является одним из первых параметров с которым следует определиться на ранних стадиях проектирования. Для расчётов обязательно надо знать число подключенных сетевых устройств и виды передаваемых трафиков. На выбор сетевых оборудований прежде всего влияет требования по пропускной способности каналов.

От приложений зависит выбор интерфейсов сопряжения с оконечным оборудованием, к тому же и дополнительные функции, которые должна выполнять сеть. Так, например, если наша планируемая сеть IP будет использоваться для телефонии, то вероятно потребуются дополнительные шлюзы с аналоговым интерфейсом, для подключения к региональным операторам телефонной связи, а сетевое же оборудование должно поддерживать нужные технологии передачи трафика.

Требования безопасности сетей, состоит в основном из производственных задач. Предприятиям малого и среднего бизнеса операторам связи будет достаточно лишь обеспечить безопасный доступ к сетевым и оконечным оборудованиям, в то время как для крупных предприятий задаются более широкие требования к безопасности. Зачастую в таких ситуациях вопрос безопасности может стоять на первом месте, где архитектура сети сможет формироваться исключительно исходя из этих требований

Это является важным фактором в период работы сети до того момента, когда возникает необходимость в её реорганизации. Важно определиться с

тем на сколько может увеличиться нагрузку на сеть в ближайшие годы. Это позволит определиться с выбором оптимальной архитектурой оборудования и аппаратурой сети, а также позволит в будущем сэкономить значительные средства. Для значительного большинства организаций, бюджет является важным фактором при выборе архитектуры сети.

Помимо первоначальных затрат, необходимо рассматривать регулярные затраты на поддержку, аренду каналов и т.д. Излишняя экономия при построении сети приводит к значительным финансовым расходам в будущем. В зависимости от того, в какой мере качественно спроектирована сеть, и как она функционирует, рано или поздно сеть начинает устаревать что приводит к вопросу оптимизации архитектуры или полной её реорганизации.

Существует большое разнообразие параметров сети, значения которых могут постоянно меняться в режиме реального времени: средние и пиковые значения загрузки канала, загрузка системных ресурсов оборудования, количество маршрутов, и задержки пакетов и тому подобное. Понятия базового уровня определяет совокупность значений этих параметров в момент нормального функционирования сети, изменение которого показано на рисунке 1.1.

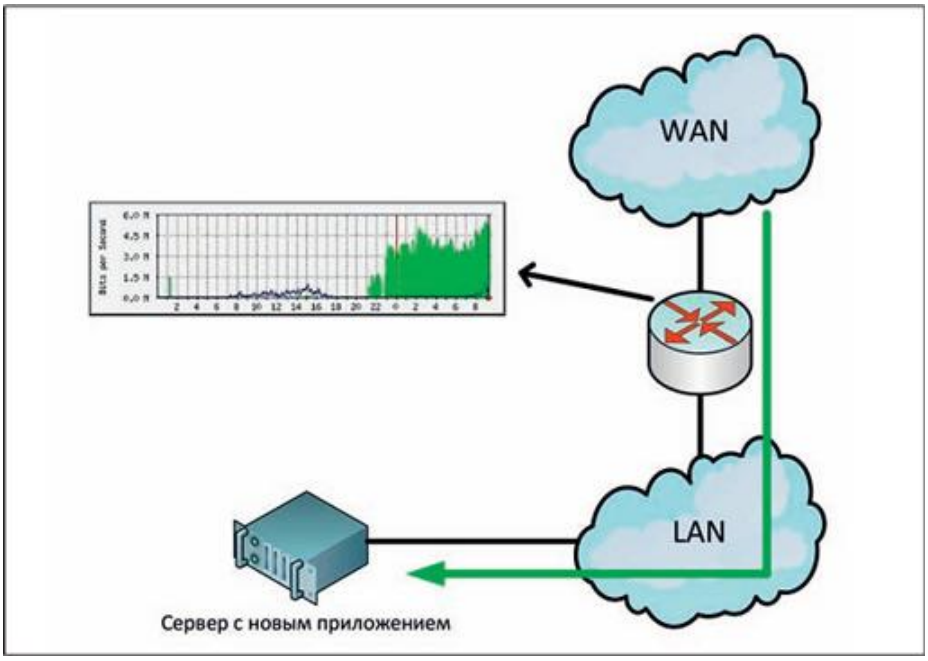


Рисунок 1.1 – Изменение базового уровня

По мере развития сети, базовый уровень предоставляет картину общей функциональности сети о её развитии.

Базовая линия дает картину общей функциональности развития сети. Когда число узлов, новые приложения и услуги по сети увеличиваются, обычно говорят: нагрузка на сеть увеличилась, что предполагает, что базовая линия была соответствующим образом изменена. Использование систем мониторинга позволяет не только выявлять вероятные неисправности, а также

и решать вопросы оптимизации сети, благодаря своевременному формированию базового уровня и отслеживанию его изменений. При всем том, что базовый уровень иногда может находиться в пределах нормы, предприятия могут использовать новые сервисы или сетевые приложения, которые к тому не были предусмотрены при начальном проектировании. Это может служить еще одной причины по которой может потребоваться реорганизация сети. Таким образом, построены локальные сети небольших предприятий, с использованием нескольких неуправляемых коммутаторов, Ethernet. С ростом в компании количества сотрудников, были предложены задачи по расширению локальной сети. Простое добавление к сети обычных коммутаторов увеличивает в разы количество портов доступа. Впоследствии сеть представляет собой широковещательный домен с топологией типа «расширенная звезда».

Невзирая на плоскую архитектуру, с точки зрения прикладных приложений (электронная почта, складской учёт, статистика) сеть работала нормально [10].

В какой-то момент, руководство компании принимает решение внедрить комплексную систему безопасности, которая включает в себя систему контроля доступа к сети, системы охранной сигнализации и видеонаблюдение. Принятая система работает на базе протоколов IP, поэтому она должна использовать существующую инфраструктуру, и должна гибкой функциональностью и масштабируемостью. Одним из основных требований является изоляция системы рабочих мест пользовательского трафика с целью предотвращения несанкционированного доступа и нежелательного распространения многоадресных потоков в рамках корпоративной сети. Совершенно очевидно, что существующая архитектура сети не может удовлетворить этим требованиям, и поэтому проектирование с этой системой безопасности архитектуры сети необходимо реорганизовать. Если компания является оператором связи, или предоставления услуг с использованием сетей, вопрос об оправдании, как правило, не возникает, так как очевидно, что доход и прибыль зависит напрямую от сети. Еще одной проблемой является устаревание (моральное) технологий. Даже если сетевая архитектура отлично спроектирована и сеть справляется со своими задачами, то через какое-то время, может случиться так, что выбранная технология передачи данных прекращает свое существование из-за отсутствия его производителя поддержки сетевого оборудования. Причиной тому могут быть разные: появляются все более дешевые новые технологии, которые в свою очередь замещают собой устаревшие, или устаревающие технологии, которые уже не соответствуют по каким-либо признакам. Примером может служить протокол ATM, который не мог конкурировать с более простыми протоколами: Ethernet и IP.

Разработчики ATM в свое время делали ставку на сложность технологии – когда еще не были развиты пропускные способности каналов, их оборудования могло поддерживать большое количество настроек при котором

обрабатывались различные виды трафика, что позволяло организовывать множество различных услуг.

Внезапный резкий подъем в развитии технологии, привлек за собой появление более дешевой пропускной способности канала Ethernet 1 Гбит/с, а потом и 10 Гбит/с, появление похожих сервисов на базе протокола IP, привели к тому что производители уменьшили дальнейшее производство оборудования ATM, а со временем и вообще отказаться от них. Таким образом предприятия, использовавшие сети на базе ATM, для своих дальнейших развитий, придется все необходимые сетевые оборудования полностью заменить. От того насколько тщательно будут выбраны сетевые характеристики и оборудования, от того будет зависеть дальнейшая судьба функциональности сети. При это на разных этапах развитии сети могут происходить по разным сценариям. Когда изменения требуют непредвиденных низких затрат, просто оптимизируются сети. Обычно оптимизация предназначена для подключения нового сетевого оборудования без каких-либо изменений в архитектуре, например, для увеличения плотности портов, установки дополнительных модулей и лицензий на существующем оборудовании, или выполнения дополнительных настроек оборудования: то есть установка новых протоколов, правил и тому подобное. Когда задача развития сети не может быть решена только на основе оптимизации требуется её реорганизация – то есть полное или частичное изменение архитектуры сети, которая сопровождается заменой сетевого оборудования, изменениям инфраструктуры и, как следствие, высокими финансовыми затратами. Даже на стадии проектирования необходимо изучать, и учитывать возможные пути развития и построения решения, с учетом проблем, которые могут возникнуть в будущем [11].

Имеет и важное значение знакомство с разнообразными технологиями и возможными вариантами дизайна сети. Бывает, что, когда предсказать развитие сетевых сервисов и приложений затруднительно, в первую очередь нужно заботиться о том, чтобы архитектура сети обладала максимальной гибкостью. В этой связи стоит с осторожностью относиться к так называемым проприетарным или собственническим технологиям, которые разработаны одним производителем, поддерживающим только свои оборудования. Отдавая предпочтение проприетарным или же открытым продуктам, владелец должен отдавать свое предпочтение открытым продуктам, то есть владельцу не придется постоянно переживать о том, что его разработка контролируется неким собственником. Зачастую такие решения действительно привлекают тем что позволяют быстро и просто решать некоторые задачи при построении сети, чем с использованием стандартных технологий. Кроме того, необдуманное применение этих решений может вызвать в будущем такие проблемы с совместимостью различных оборудований, что может в последствие замедлить развитие работы сети [12].

При выборе архитектуры сети встает и такой вопрос выбора соответствующего оборудования. Многие производители в описаниях своих

оборудований обещают высокие показатели окупаемости, которые в реальности имеют весьма средние значения. Как правило, этот модный термин окупаемость подразумевает собой гибкую конфигурацию оборудований, что позволяет при сравнительно малых затратах постепенно увеличивать функциональность и производительность, при приобретении дополнительных модулей и лицензий. При сравнении цен различных моделей, часто бывает так, что оборудования с похожими конфигурациями, но без возможности его расширения оказываются намного дешевле. С учетом перспективных планов расширения, нужно тщательно подойти к выбору, так как нельзя точно сказать какой из версий будет лучше в том или ином случае. Усовершенствование оборудования с модульной конфигурацией может быть гораздо выше затрат чем замена дешевого оборудования, и напротив, затраты на установку оборудования с резервом ресурсов может быть необоснованно высокими, потому как модернизация может и не потребоваться в течение длительного времени.

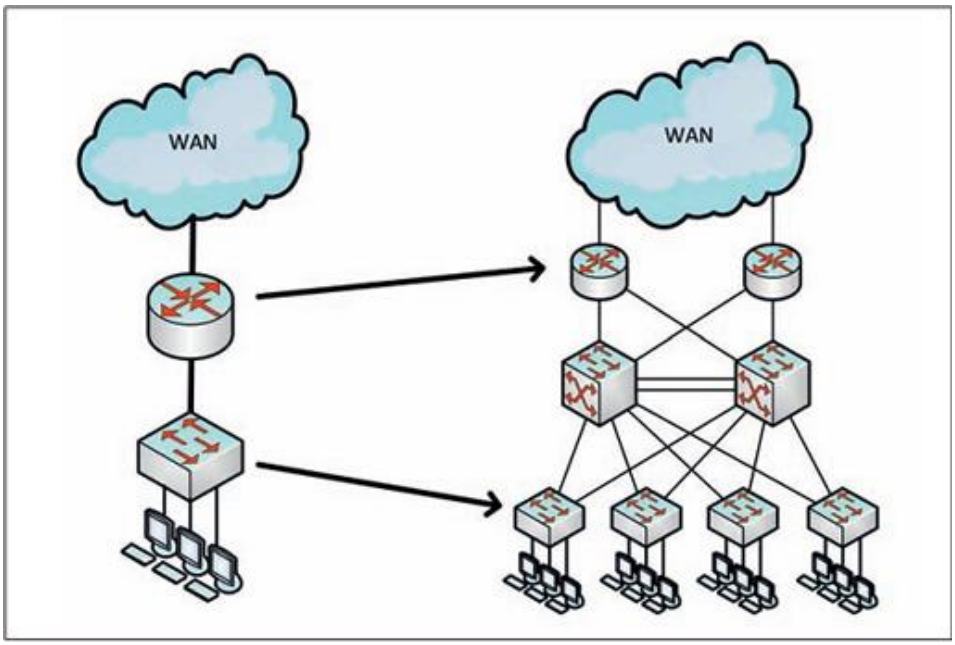


Рисунок 1.2 – Использование существующего оборудования

Выбор перспективных и динамично развивающихся технологий позволяют развивать архитектуры сетей с минимальными затратами в будущем. Развития современных технологий позволяют:

- Как и прежде активно увеличивается пропускная способность волоконно-оптических каналов. Например, успешно разработана и внедрена технология Ethernet, имеющая скорость передачи 100 Гбит/с.

- Были успешно разработаны принципиально новые технологии коммутации, оптические сигналы, которые без их преобразования в электрические сигналы внутри оборудований.

- Это революционное развитие увеличит внутреннюю пропускную способность сетевых оборудований, за счет минимизирования переходных процессов.

Вскоре можно будет рассчитывать на то что производительность даже незначительных маршрутизаторов будет выражаться терабайтами в секунду;

- Технологии в сфере беспроводных сетей также не отстают в развитии.

Раньше беспроводные сети рассматривались в большинстве случаев как среда доступа конечных пользователей на низких скоростях, а с развитием LTE и Wi-fi пропускная способность стала увеличиваться в сотнях мегабит в секунду, что зачастую является достаточным и их организации в транспортных сетях.

1.5 Мониторинг и анализ телекоммуникационных сетей

На рынке телекоммуникации системы мониторинга существуют много лет, и с развитием отрасли в целом стремительно развиваются. В условиях постоянного роста и повышения телекоммуникационных и информационных систем, надежность телекоммуникационных сетей и качества предоставляемых услуг имеют особо важное значение. Современная инфраструктура телекоммуникаций представляет из себя многообразную гетерогенную сеть, включающая телекоммуникационные, серверные и программные обеспечения, работающие на различных стандартах, и программного обеспечения. Многообразность и масштабность сетевых инфраструктур предопределяет высший уровень автоматизированных средства управления и мониторинга, которые должны применяться для обеспечения надежной работы сети [13].

Непрерывный контроль и мониторинг работы сети, необходим для её поддержания работоспособного состояния сети. Контроль является первым необходимым этапом, который должен исполнятся при управлении сетью. Этот процесс сети, как правило, делится на два этапа: мониторинг и анализ. Наиболее простая процедура выполняется на этапе мониторинга – процедуре сбора первичных сведений о работе сети. Мониторинг сети позволяет определять, где, когда и по какой причине произошли неполадки.

Затем выполняется этап анализа, под которым следует понимать более сложный и интеллектуальный процесс понимания собранной на этапах мониторинга информаций, сравнения с данными полученными ранее и выработки предположений и причине, замедленной или ненадежной работы сети. По состоянию первичных параметров сети телекоммуникаций определяются вышеуказанные параметра функционирования сети. Совокупность текущих параметров телекоммуникационной сети измеренных в заданный временной интервал называется текущим профилем сети телекоммуникаций. Из чего можно заключить что мониторинг сети телекоммуникаций представляет собой сбор и фиксацию текущих профилей телекоммуникационных сетей в заданные временные интервалы.

Нормальный профиль телекоммуникационной сети представляет собой совокупность параметров сетей телекоммуникаций, которые были приняты регламентом её функционирования в заданные временные интервалы. Анализ сети телекоммуникаций – это процесс сравнения нормального и текущего профиля телекоммуникационной сети в заданные временные интервалы. Результат анализа – это совокупность зафиксированного значения расхождений между текущим и нормальным профилем сети телекоммуникаций по каждому параметру. Задача анализа предполагает активное участия человека, и использования сложных средств практического опыта, накопленного у многих сетевых специалистов. Полученная информация о работе сети телекоммуникаций можно проанализировать более детально с различной степенью глубины [14].

Выделяют три основных уровня глубины исследований:

– статистический анализ данных;
– декодирования протокола;
– экспертный анализ.

Статистический анализ данных представляет из себя первый уровень детализации. Статистика бывает текущей, интервалом усреднения информации от одного до нескольких секунд и длительной, с интервалом усреднения информации от одной минуты до нескольких часов. Стоит отметить, то что данный уровень детализации доступен только системным администраторам и в условиях традиционного для Казахстанской действительности ведомственного ограничения доступа к управлению сети осложнен даже в пределах одного сегмента сети из-за организационной разобщённости.

Системы управления представляют собой дорогие и сложные программно-аппаратные комплексы, в связи с этим существует предел об актуальности использования таких систем управления – она зависит от целевого назначения сети и степени её территориальной распределенности и сложности. В небольших сетях использовать отдельные программы управления особо сложными устройствами. Каждое устройство, которое достаточна сложная в конфигурировании, производитель всегда сопровождает её автономной программой управления и конфигурирования. Тем не менее, с ростом сети могут возникнуть проблемы, объединяющие разнородные программное обеспечение управления устройствами в единую систему управления, и решить эту проблему, возможно, придется отказавшись от этих программ и заменить их интегрированной системой управления [15].

Задачей создания системы мониторинга инфраструктуры телекоммуникации является:

– Предоставление требуемых запросов пользователей в области высокоскоростной обработки требований для оказания необходимых информационных ресурсов и услуг;
– Предоставление аппаратно-программных средств для обеспечения управления телекоммуникационными и информационными ресурсами;

– Создание эффективной и быстрой диагностики и своевременного, быстрого оповещения об аварийных ситуациях и улучшения отказоустойчивости телекоммуникационных систем;

Выполнение обработки, сбора, хранения и отображение полной информации о состоянии таки компонентов как телекоммуникационные и информационные инфраструктуры сети в реальном времени, независимо от архитектур сети, типа коммутатора или поставщика.

В последствие чего должны предоставляться:

– Постоянные сборы статистической информации, которые могут организовывать создания крупномасштабных баз данных, которые необходимы для проведения статистического анализа сетей, трафиков, а также технических параметров обслуживания;

– Обеспечение обслуживания и управление сетью в режиме реального времени – а именно управление параметрами качества обслуживания;

– интеграция расширенных инструментов анализа данных;

– Создание одного единственного информационного центра для обработки данных о состоянии сетей и систем.

В практической деятельности систем мониторинга инфраструктуры телекоммуникаций предъявляются следующие основные требования:

– Высокая расширяемость;

– Поддержание распределенных архитектур таких как клиент сервер;

– Доступность, позволяющая работать с оборудованием разных производителей;

– Разделение функций персонала поддержки.

Как представлено на рисунке 1.3 структура системы мониторинга должна содержать следующие компоненты: модуль управления SNMP, формирование отчётов, архив и консоль управления. Модуль формирования отчётов даёт право сформировать из имеющихся данных, информацию для принятия управленческих решений [16].

Модуль управления протокола SNMP несет ответственность за сбор информации с агентов мониторинга и взаимодействия с системами управления. Архив позволяет сохранять статистическую информацию и организовывать последующие работы с ней. Благодаря панели управления есть возможность реализовывать функции конфигурирования и управления системой.

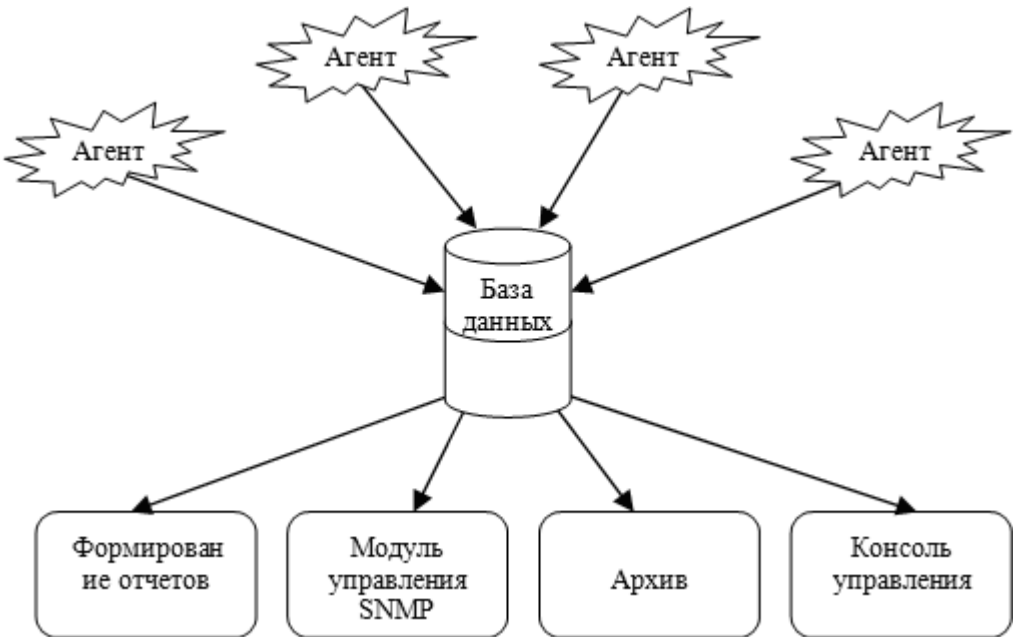


Рисунок 1.3 - Общая архитектура системы мониторинга

В общем виде систему мониторинга удовлетворяющая современным требованиям можно представить на рисунке 1.3. Внедрение систем мониторинга позволяет решить множество задач, в числе которых:

– сокращение затрат для выполнения основных работ, включая активации услуг;

– улучшения дальнейшего развития качества сети, наращивание отдачи существующих сетевых ресурсов;

– снижение рабочего персонала, а именно сокращение текущих финансовых затрат;

– создание и реализация существующих услуг, подробная реализация современных оборудований сети;

– сведение к минимальным потерям доходов;

– сокращение времени реагирования на события, которые происходят в сети;

– обеспечение качеством дополнительных услуг клиентам с высоким доходом;

– уменьшение сроков введения в эксплуатацию новых услуг;

– повышение качества, эффективности обслуживания пользователей сетевых услуг, посредством координации деятельности и информационной поддержки операций;

– координация взаимодействия многих сотрудников в режиме реального времени удаленных объектов.

1.6 Применение мониторинга и анализа сетей при решении практических задач в телекоммуникации

Параметры прогнозирования изменения сетевого трафика на основе статистической обработки элементов сети, как правило, носит случайный характер и представляет собой временную последовательность. В таком случае речь может идти о статистическом анализе сетевых трафиков как анализе временных рядов, про анализируемая статистика может быть текущей, с интервалом усреднения информации от одного до нескольких десятков секунд, так и в долгосрочной перспективе, с данными, в среднем интервал от одной минуты до нескольких часов или дней [17].

Интеллектуальное управление компьютерными сетями при распределении сетевых ресурсов, а именно пропускная способность виртуального канала достигается за счёт статистических мультиплексировании с временным разделением пропускной способности между разными информационными приложениями. Оптимально распределить информационные потоки по виртуальным каналам позволяет методы управления перераспределения пропускной способности. При всём этом, должны учитываться ограничения на уровень показателей качества и доступную пропускную способность. Эти методы представляют собой совместное сосуществование как алгоритмов резервирования пропускной способности виртуальных каналов так статистического мультиплексирования ресурсов. Последние освобождаются вследствие случайного характера распределения нагрузки по видам сервиса. Изучение временных задержек вдоль маршрута прохождения пакета, понижение которого повышает качество работы сети [18].

Важным фактором, влияющим на пропускную способность, являются временные задержки. Чем больше этих задержек, тем меньше пропускная способность сети. В соответствии с пропускной способностью протокола TCP/IP со стороны источника пакета определяется текущим окном перегрузки, равном количеству разрешенных для передачи пакетов для подтверждения прибытия пакета. При более или менее поступления регулярных пакетов подтверждения значение окна удваиваются. В результате чего достигается максимальная пропускная способность для принятия протокола, что ведет к уменьшению окна перегрузки и соответственно пропускной способности соединения. Диагностики, проводимые в телекоммуникациях представлены на рисунке 1.4.

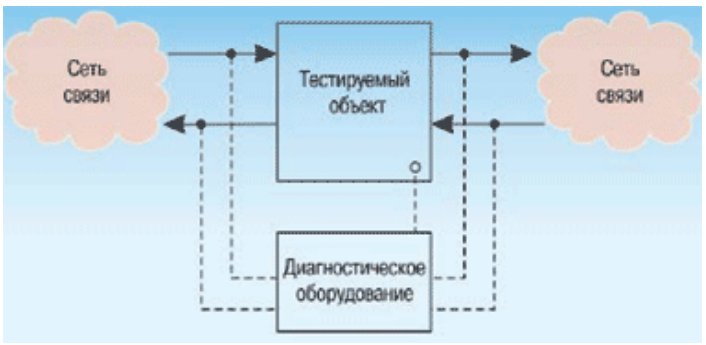


Рисунок 1.4 – Диагностика в телекоммуникациях

Следующей задачей является формирование прогнозирования времени появления перегрузок и её величины. Из-за очередей в промежуточных узлах, то есть маршрутизаторах, в компьютерах – источниках и приемниках пакетов, а также из-за переполнения буферов у этих узлов могут происходить задержки и потери пакетов. В этом случае пакеты подтверждений не отсылаются, и протокол TCP на стороне источника формирует окно перегрузки уменьшенного размера. Интервалом между моментом отправки пакета от источника и получателя пакета подтверждения называют RTT – задержку, что означает с английского задержка - round-trip time [19].

Данные задержки являются важными характеристиками, которые в последствие обеспечивают нормальное функционирование TCP соединений в фазах медленного старта и поэтому требующие тщательные настройки и контроля. Во избежание простое из-за ожидания задерживавшихся и потерянных пакетов вводятся пороговые значения RTT – задержки. Если RTT задержка превышает заданный порог, то пакет принято считать потерянным. По спрогнозированных величинах RTT задержек, можно судить об уровне перегрузки и также перенастроить величину окна, т.е. можно определить закон изменения окна перегрузки. Контроль и прогнозирование переполнения буферов. Пропускная способность сети на участках между I - го и j - го узлами по-видимому влияет на очередь в узле J. Эта очередь может возникать из-за буфера с ограниченным объёмом памяти, чрезмерно больших объемах информации, и из-за низких интенсивностей разгрузки этих буферов. В этой связи интенсивность потоков информации от узлов i к узлам j понижается, а в случаях переполнения буферов в узле j, передачи информации прекращаются и часть пакетов теряется. Для того чтобы предотвратить потерю пропускной способности узла нужно регулировать уровень загрузки буфера на начале прогноза его переполнения. Сравнения нормального профиля сети телекоммуникаций с текущим профилем выявляет сетевые дефекты. Постановка и решения всех задач, связанных с получением, обработкой и трактовке информации о работе сети телекоммуникации, располагает сетевой администратор (пользователь) для проведения соответствующих исследований. Процессы мониторинга сети указаны на рисунке 1.5.

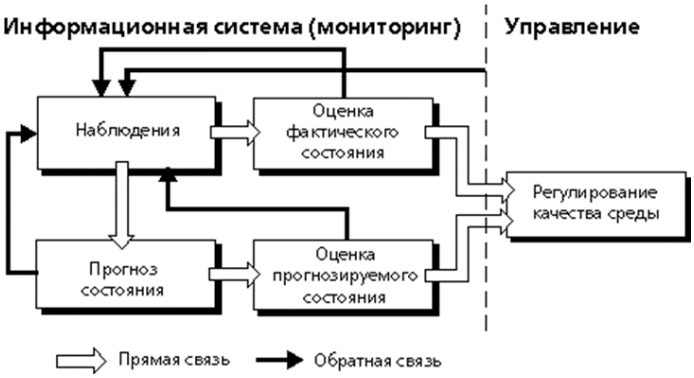


Рисунок 1.5 Процесс мониторинга сети

Существующие на рынке телекоммуникации инструменты мониторинга постоянно развиваются и совершенствуются с развитием отрасли в целом, даже слегка опережая их, и таким образом способствуя внедрению новых технологий. С улучшением систем и протоколов связи, а также появления множества различных видов с использованием современных технологий, необходима для регулярного комплексного мониторинга как отдельных компонентов также и многофункциональной сети связи в общем. Слово «контроль» в данном случае означает не только контролирование физического состояния объекта сети, но и в оценке реального времени множества других прямых и косвенных факторов, влияющих на работу сети. В целом, система мониторинга которая отвечает современным требованиям, представляет из себя распределенный программно-аппаратный комплекс, основными задачами которых является обработка сигнализации сетей передачи данных и предоставления результатов, нуждающихся в них сотрудникам компании операторов, использующих данную систему. Система мониторинга обеспечивает выполнение множества функций, которые заметно улучшают эффективность работ различных услуг оператора [20].

Основные из них:

– хранение и формирование статистических данных в случае возникновения на сети аварий различных уровней;

– слежение за нагрузкой на элементах сети;

– оценка показателя качества работы сети QoS;

– контроль параметров качества обслуживания SLA;

– Fraud-контроль, обнаружение и оповещение о фактах несанкционированного использования ресурсов сетей связи;

– Оповещение пользователей о появлении критических ситуаций, негативных изменениях показателей работы сети;

Используя эти перечисленные возможности, оператор получает инструмент, решения задач таких как:

– снижение затрат времени и средств для выполнения повседневных задач, включая и активацию услуг;

– повышение влияния существующих сетевых ресурсов и повышение качества планирования их дальнейшего развития;

– снижение кадровых потребностей и, как следствие, сокращение текущих затрат;

– более полная реализация потенциала современных сетевых оборудований на за счет разработки и внедрения новых услуг связи;

– сведение потери доходов к минимальным рискам;

– реагирование на события, происходящие в сети;

– привлечение клиентов с высоким доходом за счет предоставления им дополнительных услуг на основе гарантированного качества;

– снижение срока в эксплуатацию новых услуг;

– повышение качества и эффективности обслуживания клиентов (пользователя) через сеть информационной поддержки работ и чёткой координации;

– увеличение эффективности управления производственными процессами производства компании, с учетом специфики и структуры бизнеса компании, предприятий;

– снабжение координации взаимодействий многих отдельных удаленных объектов в режиме реального времени.

Разумеется, что архитектура, которая может поддерживать такой высокий уровень автоматизации деятельности оператора связи, является сложной, поэтому она должна иметь такие качества как: модульность и комплексность интегрального решения.

Современная система мониторинга с архитектурной точки зрения должна обеспечивать:

– доступ к данным, и многопользовательский режим работы;

– гибкую модульную архитектуру, которая позволяет масштабировать, и включать в свой состав дополнительные функции;

– единую точку доступа и управления, так и для крупных сетей с возможностью разделения на более мелкие составляющие, по территориальным признакам;

– допустимость обмен данных с другими составляющими;

– обеспечение отказоустойчивости, антистрессовой устойчивости;

– надежную работу;

Перед оператором стоит вопрос, когда он планирует внедрение системы мониторинга, он также должен задумываться об эффективности использования и окупаемости системы. Проанализируем источники его получения.

Есть два основных групп дохода, которые анализируются при подобных планированиях.

К прямым доходам можно относить те процессы, которые позволяют оператору непосредственно сократить издержки и получить также прибыль:

– снижение фонда заработной платы. Прогнозирование работы сети и плановый режим работы позволяет сократить количество высоко квалицированных сотрудников.

– сокращение эксплуатационных и капитальных затрат.

– сокращения объема капитальных затрат, за счет автоматизации при более низкой стоимости сетевых ресурсов.

– сокращения трудозатрат за счет уменьшения времени затрачивания на получение достоверных данных о состоянии сети, что тем самым сокращает эксплуатационные затраты. Системы мониторингов сети представлены на рисунке 1.6.

Рисунок 1.6 – Системы мониторинга на мировом рынке

До сегодняшнего времени, операторы связи всячески пытались собственными силами реализовать функции системы мониторинга. Тем не менее, очень скоро пришли к выводу что эта затея ведет в тупик, так как более разумный пусть развития – направление внутренних ресурсов для обеспечения основных функций, которые без сомнения являются предоставлением услуг клиентам, и использовать профессиональные решения разработчиков в области мониторинга сетей связи.

2 Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях

2.1 Критерии оценки эффективности функционирования телекоммуникационной сети

Глобальные сети они же Wide Area Networks служат для предоставления информационным сервисам большого количества абонентов, разбросанные на

больших территориях в пределах регионов, государств, континентов или всего земного шара. При больших протяженностях каналов связи необходимо обеспечивать должную полосу пропускания каналов, постоянного поддержания в работоспособном состоянии разбросанных на больших территориях программно-аппаратных узлов сети. Главное требование, которое предъявляется к сети, являются оснащения возможности доступа к разделяемым ресурсах всех компонентов, объединяющих сеть. К тенденциям развития телекоммуникационных сетей относятся такие показатели функционирования сетей как: надежность, производительность, управляемость, совместимость, безопасность, а также масштабируемость и расширяемость. Производительность сети относится к мерам качества обслуживания телекоммуникационного продукта. Такой показатель как производительности сети – определяет собой время на передачу и обработку данных и сведений в сети. Производительность сети зависит от быстродействия всех её компонентов, участвующих при передаче и обработки информации. Вопросы производительности имеют большое значение в телекоммуникационных системах. С повышением роста масштабности сетей возникает необходимость в их повышении производительности. Микросегментация является одним из способов повышения характеристики производительности сети [21].

Она уменьшает число пользователей в одном сегменте и уменьшает объем широковещательного трафика, и, следовательно, повышает характеристики производительности сети. Существует ряд характеристик производительности сети. Интегральной характеристикой производительности сети с точки зрения пользователя является время реакции сети. Интервал времени между возникновением запроса пользователю к какому-либо информационному сервису и получения ответа на этот вопрос можно определить временем реакции.

Запросы пользователей к информационным ресурсам и ответ на этот вопрос можно определить этот промежуток времени как время реакции. Время реакции сети можно составить из нескольких компонентов. К времени реакции сети можно отнести такие параметры как: время для подготовки запросов, время на запросы меж клиентом и сервером через промежуточные коммутационные оборудования или сегменты сети, время на обработку запросов на сервере, время ответа от сервера клиенту, а также время на обработку данных полученных от серверов на персональном компьютере. Объём данных переданные сетью или её части в единицы времени отражает пропускная способность. Данная характеристика показывает скорость выполнения внутренних операций в сети, то есть передачи пакетов с данными между сетевыми узлами за счёт коммутационных устройств. На сегодняшний момент возрастают требования к повышенной пропускной способности канала и все чаще это возникает у клиентов и сервером сети телекоммуникаций.

Происходить они могут по разным причинам:

– из-за повышения производительности пользовательских компьютеров;

– благодаря числу повышению пользователей в сети;

– появления тех приложений, которые работают с мультимедийными информациями, хранящаяся в файлах довольно больших размеров;

– рост числа сервисов, работающие в реальном режиме времени;

Единицами измерения пропускной способности являются биты в секунду, или пакеты в секунду. Пропускную способность используют чаще в качестве технологии на которой построена сеть, а не столько как характеристику сети. Пропускная способность имеет постоянное значение, которая не зависит от загруженности сети, в отличие от скорости передачи трафиков или времени реакции.

2.2 Показатели качества функционирования сети мобильной связи

В настоящее время на телекоммуникационном пространстве Казахстана действует более тысячи видов оборудования связи - от операторского, измерительного до абонентского. Только за последние два года изучено несколько видов новых услуг связи и информатики: доступ к службам хранения видеоинформации, выборка и распределение видеопрограмм, мультимедиа, интерактивное ТВ, телемедицина, дистанционное обучение, разнообразные услуги Интернета [22].

Благодаря статистическому анализу можно эффективно решить задачи, связанные с многомерными данными. Постоянный статистический контроль и анализ состояния сетей, систем, участвующих в передаче информации необходим для оценки качеств функционировании сети, обнаружений и предотвращений сбоев.

Для оценки качества телекоммуникаций необходимо построение системы характеристик качества сети. Однако развитие информационно-телекоммуникационного пространства (ИТП) происходит стихийно, «проходимость» сети и качество связи подчас являются узкими местами, не позволяющими обеспечить все преимущества современных информационных технологий [23]

Увеличение количества пользователей, услуг приводит к падению качества телекоммуникационных, информационных сервисов. Без решения проблемы качества, международный опыт свидетельствует о том, что будет невозможно использовать преимущества телекоммуникационных и информационных технологий. Услуга связи характеризуется двумя группами показателей:

– Первые показатели качества обслуживания нацелены на пользователя, описываются понятными терминами для пользователей, измеряются в точке доступа к услуге;

– Вторые показатели качества работы сети, оборудований представляют способность сети выполнять функции для обеспечения связи между пользователями, они нацелены на разработку, техническое обслуживание, эксплуатацию, измеряются на границах элементов соединения. Сравнение значений показателя с некоторыми допустимыми границами определяет оценка качества телекоммуникации. Если сведения показателей находятся в пределах заданных границ, то качество телекоммуникации считается удовлетворительным по данному показателю. А если же сведения показателей находятся внутри еще более узкой полосы граничных значений, то качество телекоммуникации считается хорошим по данному показателю и т.д.

Рисунок 2.1 – Показатели оценки качества телекоммуникационных сетей

Поскольку показателей много их значительность может быть зависима, возникает ряд проблем, связанный с многомерностью набора показателей качества связи:

– как оценить качество телекоммуникации по нескольким показателям, например, как определить качество телекоммуникации, если

значения двух показателей считается удовлетворительным, а двух других - хорошим;

– как выделить минимальный набор информативных показателей, учитывая их связанность между собой и даже возможность дублирования;

– как прогнозировать состояние телекоммуникаций с целью предупреждения пользователя о возможном ухудшении качества работы сети и автоматического переключения на другое устройство (канал, сервер), участвующие при передаче данных.

Совокупность показателей качества услуг телекоммуникаций отображает все основные моменты взаимодействия абонентского оборудования с сетью мобильной связи, так и с услугами предоставляемой оператором мобильной связи. В связи с этим в таблице 2.1 указаны основные фазы получения услуг сетей мобильной связи с точки зрения пользователя.

Таблица 2.1 - Основные фазы предоставления услуг

Потребительские свойства	Показатель качества
Доступность сети	Возможность, пользователя успешной регистрации сети.
Доступность услуги	Возможность использования услуг по желанию пользователем, предоставленной сетью мобильной связи обеспеченной оператором.
Целостность услуги	Обеспечение качества телекоммуникационных услуг во время ее использования.
Непрерывность услуги	Обеспечение завершения предоставления услуги

Показатели качества услуг подразделяются на:

– Степень удовлетворенности обслуживания абонента;

– Показатели качества услуг – технические.

Постоянность значений показателей качества в процессе предоставления услуг мобильной связи, служащая основанием классификации уровней качества предоставляемых услуг необходима для достижения высоких уровней качества. Требования пользователей к услугам выражаются в показателях качества услуг. Благодаря техническим и технологическим требованиям к услуге, которые могут выражаться посредством показателей качества работы сети и её служб выполняются эти требования. Технические показатели качества представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические показатели качества услуг телекоммуникаций

Потребительские свойства	Показатели качества	Параметр для расчета показателя качества
1	2	3
Доступность связи	Доля неуспешных вызовов от общего числа вызовов, в том числе: - при установлении соединения с абонентом мобильной сети;	Число безуспешных попыток вызовов
		Период испытаний общего числа
Непрерывность связи	Доля вызовов, окончившихся разъединением установленного соединения не по инициативе абонента	Число соединений с преждевременным разъединением
		Общее число соединений, последовательно установленных за период испытаний
Качество передачи речи	Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи	Число вызовов, не удовлетворяющих нормативам по качеству передачи речи
		Общее число контрольных вызовов
Скорость установления соединения от абонента до абонента	Доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа	Задержка сигнала ответа
		Общее число проверенных вызовов

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3

		Число вызовов, не удовлетворяющих нормативам по величине времени задержки сигнала ответа
	Время доставки SMS	Временной интервал в секундах) от момента передачи отправителем короткого сообщения в центр отправки SMS до момента его получения абонентским терминалом получателя
Качество передачи данных	Доля неуспешных попыток передачи информации (передачи тестовых файлов)	Отношение числа попыток неуспешной передачи информации (тестовых файлов) к общему числу попыток передачи информации за определенный пероид времени
	Время установления соединения для передачи данных	Временной интервал установления соединения с Интернетом
	Средняя скорость передачи	Скорость передачи в направлении от абонента к сети связи

Для достижений высокого качества обслуживания, и удовлетворенности пользователей услугами связи, различного рода операторов услуг связи используют ключевые показатели удовлетворенности пользователей предоставленных им услуг. Ниже представлен порядок показателей качества удовлетворенности пользователей какими-либо услугами связи.

Таблица 2.3 – Показатели удовлетворенности абонентов и пользователей услугами связи

Потребительское свойство	Показатель качества	Параметр для расчета показателя качества
Устранение повреждений	Коэффициент времени восстановления связи	Время восстановления связи (нормативное)
		Общее количество заявок на восстановление связи за отчетный период
Правильность тарификации	Доля неправильно тарифицированных соединений	Общее количество счетов за установленные соединения за отчетный период
		Количество неправильно начисленных счетов
Показатель удовлетворенности абонентов обслуживанием	Показатель удовлетворенности организационными аспектами обслуживания	Отношение количества обоснованных жалоб на организационные аспекты обслуживания, поступивших в абонентскую службу оператора за период, равным 12 месяцам, к общему количеству абонентов, зарегистрированных к моменту произведения расчёта
	Показатель удовлетворенности техническими аспектами обслуживания	Отношение количества обоснованных жалоб на технические аспекты обслуживания, поступивших в абонентскую службу оператора за период, равным 12 месяцам, к общему количеству абонентов, зарегистрированных к моменту произведения расчёта

2.3 Анализ показателей качества оператора мобильной связи

В настоящее время с ростом услуг телекоммуникаций, пользователей все труднее удивить своими услугами связи, то есть идет процесс насыщения, и на что прежде всего операторам связи стоит уделить большое внимание так это на расширение перечней своих услуг и повышения их высокого качества. Quality of Service с перевода означает качество услуг, качеством услуг можно назвать совокупность телекоммуникационных услуг, которые могут удовлетворить определенные, установленные потребности данного пользователя. При формировании целостной системы взаимодействия

операторов мобильной связи и абонентов немаловажным является создание единых систем показателей качества, которые в последствие были бы нормированными. Тогда абонентам было бы удобно оценивать предоставленные им услуги разных компаний по единой шкале показателей качества, и это помогло бы самим компаниям оптимизировать свои параметры сети, обеспечить высокий контроль за качеством услуг. Компании преследуют цели в предоставлениях услуг, а именно по повышению эффективности своих услуг, а также и конкурентоспособности мобильной связи [24]. Для достижения этих целей необходимо решить следующие основные задачи:

– Систематизация, анализ принципов оценки, контроля и управления качеством услуг связи;

– Классифицирование передачи данных, оценок качества обслуживания абонентов;

– Создание методики управления качеством услуг в сети мобильной связи, разработка алгоритмов;

Анализированные вопросов по организации управления качеством обслуживания с помощью мониторинга сети. К параметрам производительности сети (Network Performance, NP) можно отнести функциональность, которая обеспечивает взаимодействие пользователей. Производительности сети можно определить эксплуатационными характеристиками всей сети в целом или отдельных сетевых элементов, в то время как QoS является результатом восприятия пользователя. На рисунке 2.2 представлен прогноз голосового мобильного трафика в мире, а на рисунке 2.3 показана взаимосвязь качества услуг с точки зрения пользователя и оператора.

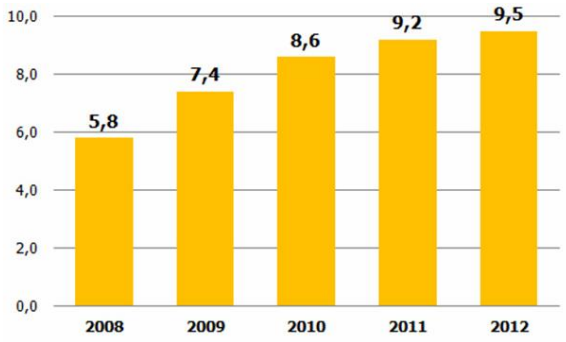


Рисунок 2.2 - Прогноз голосового мобильного трафика в мире

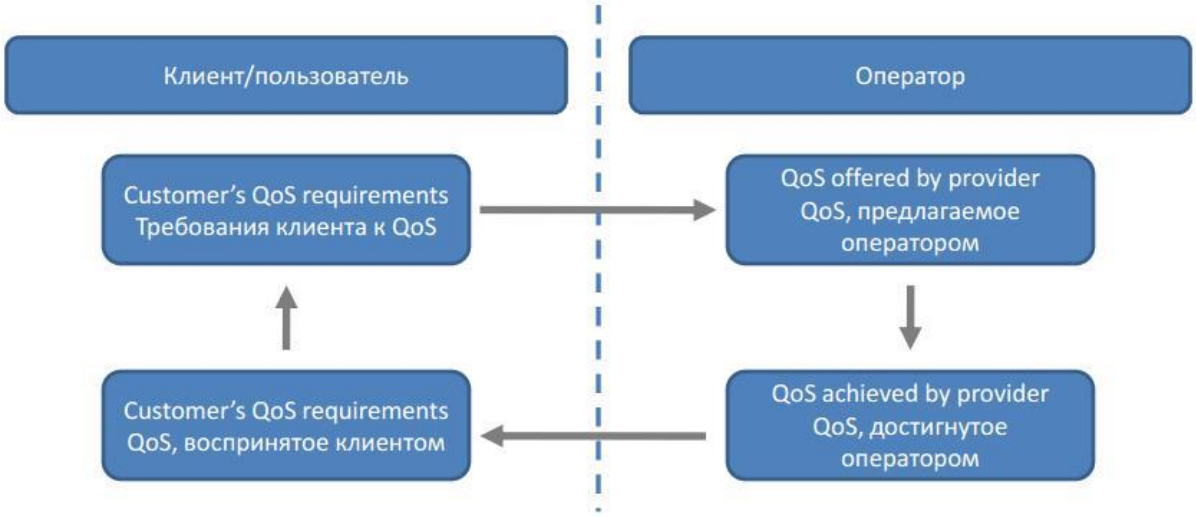


Рисунок 2.3 – Взаимосвязь качества услуг со стороны клиента и оператора

Уровень качества услуг определяется требованием пользователя к повышенным качества. Критерии и параметры, которые определяют этот уровень, отражены в соответствии с требованиями клиента. QoS offered by provider или качество услуг предложенные оператором – определяет перечень четко определенных требований, которые могут быть использован в:

– В качестве основы для соглашения об уровне обслуживания (Service Level Agreement);

– Декларирование уровня качества связи доступных пользователям, т.е. оператор несёт ответственность дает гарантию что его услуга соответствует техническим нормам;

– В качестве основы для планирования и поддержания услуг на этом уровне;

– В качестве основы для пользователя в выборе оператора, обеспечивающего наиболее подходящий уровень качества обслуживания.

Качество обслуживания, доступные оператором – можно назвать уровнем качества услуг, предоставляемым оператором. Качество услуг, QoS воспринимаемых клиентом (Customer Experience QoS) - это качество обслуживания клиента и отражаемое в виде оценки. Качество полученных услуг основывается на мнениях клиента и опросах клиентов. Эти сведения могут быть использованы для сравнения с уровнем качества предлагаемых услуг, и определить причины отклонений, планирований частичный изменений или поправок [25]. В целом, качество услуг можно охарактеризовать сочетанием следующих основных потребительских свойств: безопасность, удобство использования, эффективность, безопасности и другими свойствами для различных услуг.

Гарантированность услуги – можно понять, как предоставление оператором связи услуги, обеспечивающая обслуживание пользователей наилучшим образом.

Удобство использования – характеризуется успешным и простым пользованием услугой пользователем в любое время.

Эффективность – предоставление услуги, и использование услуги тогда, когда это необходимо пользователю, и без излишнего ухудшения качества в течение требуемого времени (в заданных условиях). Безопасность – защита услуги от несанкционированных доступов, вредоносного и неправильного использования, преднамеренного повреждения, человеческих ошибок, и стихийных бедствий [26].

Такой показатель как непрерывность можно определить, как свойством услуги, будучи предоставленной продолжаться в течение требуемого времени.

Целостность – предоставленная услуга должна обеспечивать качество без излишнего ухудшения. Существующее разнообразие различных определений характеризует сложность определения всех аспектов, связанных с понятием качества обслуживания. Следовательно, качество обслуживания не только задается показателями, которые выражены техническими показателями, но и определяются субъективным показателем, который определяется ожидаемым и воспринимаемым качеством пользователя [27].

Соответственно с отчетом «Мониторинг качества услуг - Quality of services monitoring. International practices», опубликованное в МСЭ в ноябре 2014 года, постоянно увеличивается количество стран, которые осуществляют мониторинг качества своих услуг связи. Динамику количества стран, осуществляющих мониторинг качества услуг показана на рисунке 2.4

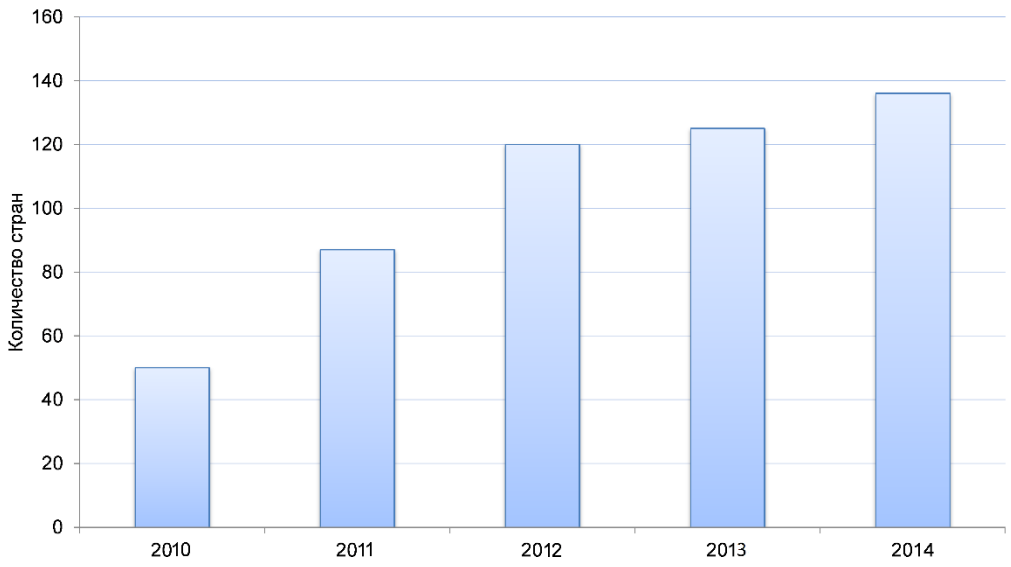


Рисунок 2.4 – Динамика количества стран, осуществляющих мониторинг качества услуг

К главным целям мониторинга качества услуг связи можно отнести:

– Поддержание конкурентоспособности на телекоммуникационном рынке;

– Нуждаемость в расширении сети связи, модернизации в связи с возрастающим объемом пропускаемого трафика;

– Предоставление поддержки контролируемых значений показателей качества услуг;

– Привлечение новых абонентов, сохранение существующих абонентов, способом издания результата измерения качества связи, поддерживаемые сетью связи.

Согласно мировым опытам задачи обеспечения качества услуг связи решаются в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.5

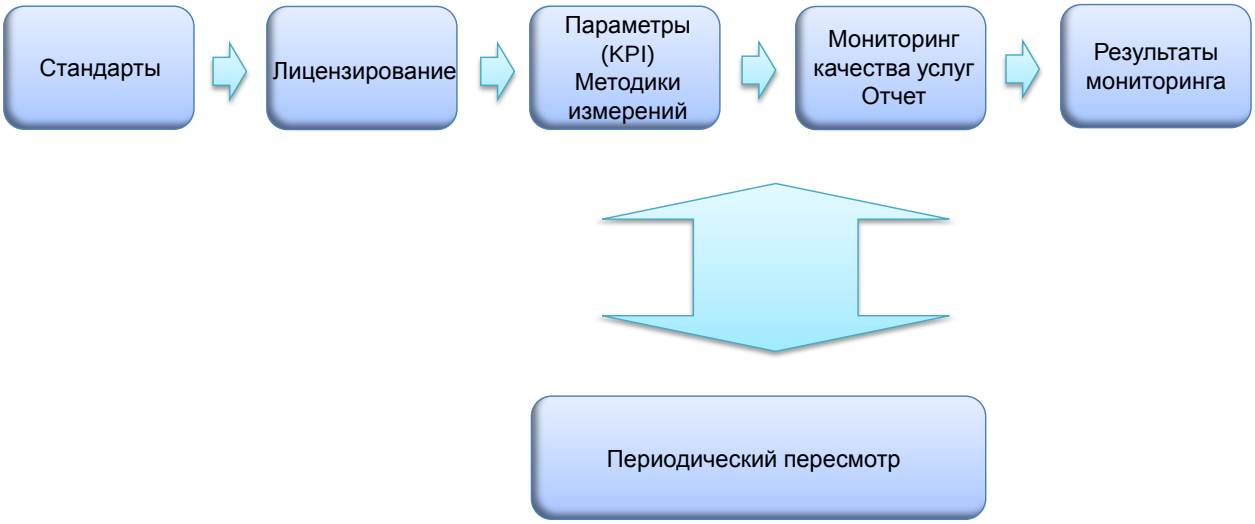


Рисунок 2.5 – Решение задач обеспечения качества услуг связи

Методы измерений качества услуг связи можно подразделить на:

– Методы измерения показателей, характеризующих работу сети мобильной связи, например, средняя продолжительность установление соединение, число прерванных вызовов, доля успешных вызовов, скорость соединения, доступ к сети по радиосигналу, доля успешной передачи SMS-сообщений и т.д.;

– Методы измерения показателей, влияющих на удовлетворенность потребителей услуг связи, таких как точность начисления оплаты на счет, ошибки в тарификации.

Мониторинг качества услуг, предоставляемых по результатам измерений в сети связи могут быть основаны как на статистических данных или контрольных измерений, так и на основании измерений опросов пользователей и приложений услуг связи анализа поданных ими претензий.

К результатам мониторинга качества услуг можно отнести:

– ведомства по регулированию нарушения сообщений на веб-сайте, пресс-релизе;

– Публикации в СМИ (средствах массовой информации);

– Назначение административных взысканий.

Кроме того, предусматриваются процессы пересмотра показателей качества телекоммуникационных услуг, методов и проведения измерения. Как показывает мировой опыт, периодическая проверка проводится один раз в три года.

Рассмотрим оценку QoS на примере услуги мобильный банк. Критерии оценки QoS данной услуги с точки зрения пользователя представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Критерии оценки услуги мобильного банка

Создание контента:	Транспорт услуги
-Актуальность содержания; -Легкость, удобство; -Скорость и простота оплаты; -Возможность пополнить счет телефона; -Получение своевременной информации о состоянии счета; -шифрование транзакций; -Безопасность данных.	-Задержки в сети; -Задержки и ошибки; -Двухсторонняя "приложений + сервер + сеть" задержка.
обеспечение услуги:	клиентское оборудование:
-информация о балансе счета; -информация о платежах клиента; -ввод заявок на выписку счета факсимильной связи; -ввод заявок о проведении платежей, заказ наличности;	-Легкость подключения к системе. Не нужно обладать специальными знаниями. Все довольно доступно. Загрузите соответствующее приложение, установите в течение нескольких минут, и она может быть использована; -Бесплатный доступ. Мобильные устройства доступны для всех. Это первое. Мобильные сети являются распространенными практически везде, так что теперь вы можете использовать сервис в любое время, в любом месте; -Выгодно. Мало того, что мобильный банк предлагает много преимуществ. Мобильный банкинг - это также дешево. Объяснение простое - тарифы на использование этих услуг значительно ниже, чем при посещении отделений филиалов банка. Кроме того, очень важным преимуществом является экономия времени;

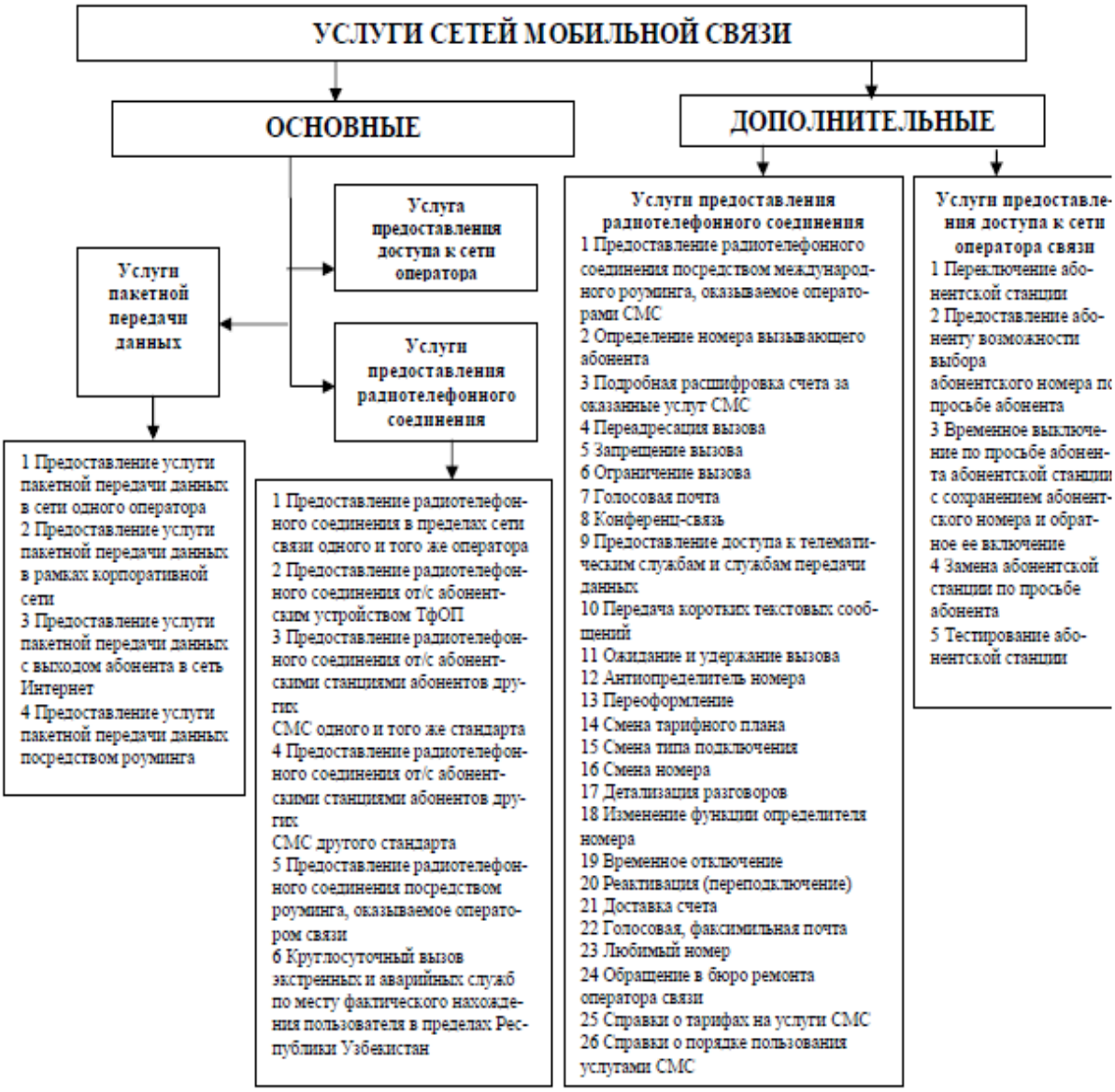


Рисунок 2.6 – Услуги сетей мобильной связи

Развитие качества услуг включает в себя объективную оценку производительности сети и субъективную оценки экспертного пользователя.

И в то время как критерии качества от параметров сети могут быть определены с использованием соответствующего оборудования, другие критерии оценки преимущественно проводить анализ мнений пользователей о качестве услуги, в баллах указанной в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Мнения пользователей о качестве услуги

Оценка, баллы	Категория качества и оценка пользователя
1	2
5	Самая высокая (отлично)
4	Высокая (хорошо)

Продолжение таблицы2.5

1	2
3	Средняя (приемлемо: часть пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)
2	Низкая (плохо: большинство пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)
1	Неприемлемая (не рекомендуется)

На основании данных определяется интегральный показатель качества - услуг вычисляется производителем услуг коэффициент качества. Отношение удовлетворенности потребителя определяется как сумма средних значений удовлетворенности, влияющее на качество и доступность сервисных услуг, взвешенных по значимости этих факторов для гарантии качества и доступности [28].

Следовательно, оценку этой услуги со стороны пользователя $К_{польз}$ можно рассчитать по следующей формуле

$$К_{польз} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i^{польз} w_i^{польз}}{\sum_{i=1}^{n} w_i^{польз}}. \quad (2.1)$$

В данной формуле $h_i^{польз}$ – среднее значение степени восприятия (удовлетворенности) пользователем i-го показателя качества услуги связи, $w_i^{польз}$ – коэффициент значимости (или степень соответсвия ожидания) i-го показателя качества услуги с точки зрения пользователя, n – число показателей качества.

Аналогично рассчитывается $k_{пр}$ – оценка качества предоставления услуги со стороны производителя услуг

$$К_{польз} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i^{пр} w_i^{пр}}{\sum_{i=1}^{n} w_i^{пр}}, \quad (2.2)$$

где $h_i^{пр}$ – среднее значение степени удовлетворённости производителя услуг показателем качества услуги связи;

$W_i^{пр}$ – коэффициент значимости i-го показателя качества услуги с точки зрения производителя услуг;

n – число показателя качества.

3 Методы обработки значений параметров сети телекоммуникаций

3.1 Оценка самоподобия временного ряда процента успешных вызовов

Мониторинг показателей качества имеет важное значение для эффективного управления сетью. Сбор статистических данных в той или иной форме можно с помощью различных программных обеспечений. Тем не менее, существует множество дополнительных опций и настроек, которые очень важны в практическом использовании различных средств. Объектом проведения мониторинга явился один из операторов мобильной связи города Алматы. Данные были собраны по недельно в течение года. В таблице 3.1 и на рисунке 3.1 приведена статистика по показателю коэффициент успешных вызовов.

Таблица 3.1 – Данные о проценте успешных вызовов

Неделя	% успешных вызовов	Неделя	% успешных вызовов	Неделя	% успешных вызовов
1	98,27	19	98,69	37	98,73
2	96,44	20	98,77	38	99,35
3	95,73	21	97,59	39	99,64
4	93,65	22	96,89	40	98,59
5	89,33	23	96,2	41	98,62
6	90	24	96,48	42	98,25
7	93,91	25	98,88	43	97,99
8	94,44	26	98,8	44	97,97
9	93,5	27	98,95	45	97,46
10	91,82	28	98,99	46	97,92
11	95,3	29	99,05	47	97,91
12	94,83	30	98,98	48	97,93
13	94,92	31	98,51	49	97,89
14	96	32	99,06	50	97,83
15	96,5	33	98,23	51	98,08
16	97,67	34	98,84	52	98,29
17	98,46	35	98,42		
18	98,62	36	98,5		

В условиях проектирований систем телекоммуникаций довольно важным является использование временного ряда адекватной модели. На сегодняшний момент существует большое количество методов исследования систем телекоммуникаций, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, и, следовательно, границы применимы.

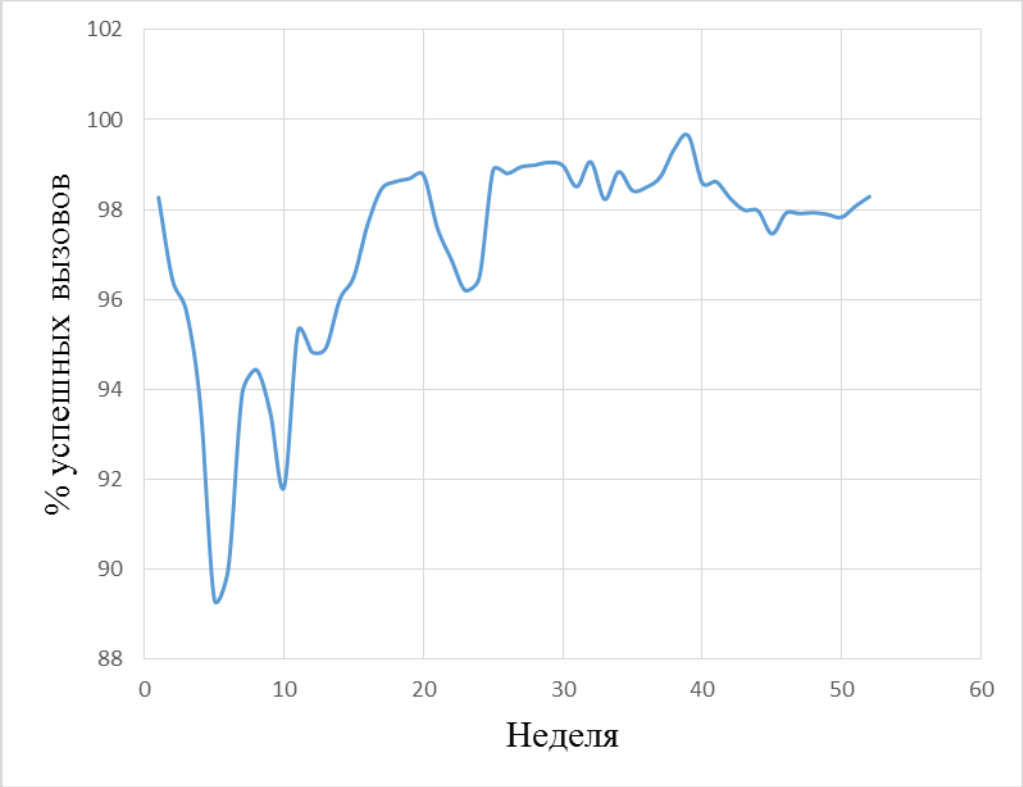


Рисунок 3.1 – Динамика коэффициента успешных голосовых вызовов

Тенденции развития исследований показывают, что в современных сетях передачи данных, трафик проявляет свойство само подобия, что сказывается отрицательно на производительности сетей передачи данных, из-за большой необходимости в буферных системах и пропускной способности систем телекоммуникаций, которые являются одним из причин, влияющих на степень задержки. Поведения сетевого потока гораздо точно характеризуют само подобные модели. Оценкой степени само подобия процента успешных вызовов как один из способов может использоваться параметр Хёрста [29].

Первоначальная оценка параметра Хёрста, что степень само подобия процента успешных вызовов имеет отношение к выбору моделей трафика и дальнейшего анализа. Хёрстность определяется коэффициентом (экспонентой) Херста.

Данный коэффициент H определяет степень само подобия. Для вычисления коэффициента H одним из способов является так называемая нормированный размах R/S статистика. Произведем расчет R/S статистики для временного ряда процента успешных вызовов, используя данные, сформированные по недельно. Для исследования структуры процента успешных вызовов и иллюстрации его само подобного характера использовался математический пакет MS Excel. Результаты расчета будут приведены в таблицах 3.2, 3.3, 3.4.

Таблица 3.2 – Процент успешных вызовов

N	x_i	N	x_i	N	x_i
1	98,27	7	93,91	13	94,92
2	96,44	8	94,44	14	96
3	95,73	9	93,5	15	96,5
4	93,65	10	91,82	16	97,67
5	89,33	11	95,3	17	98,46
6	90	12	94,83	18	98,62
19	98,69	31	98,51	43	97,99
20	98,77	32	99,06	44	97,97
21	97,59	33	98,23	45	97,46
22	96,89	34	98,84	46	97,92
23	96,2	35	98,42	47	97,91
24	96,48	36	98,5	48	97,93
25	98,88	37	98,73	49	97,89
26	98,8	38	99,35	50	97,83
27	98,95	39	99,64	51	98,08
28	98,99	40	98,59	52	98,29
29	99,05	41	98,62		
30	98,98	42	98,25		
					5051,67

Среднеарифметическое значение процента успешных вызовов определим по формуле

$$M = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{1}{52}\cdot 5051{,}67 = 97{,}15\%, \qquad (3.1)$$

где N – число недель (52);

X_i – % успешных вызовов.

Определим дисперсию S^2 и среднеквадратическое отклонение S по формуле

$$S^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - M\right)^2 = 0{,}019\cdot 271{,}8157 = 5{,}16. \qquad (3.2)$$

$$S = \sqrt{S^2} = 2{,}27\%.$$

Занесем результаты в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Результаты расчета

N	X_i	$(x_i - M)^2$	N	X_i	$(x_i - M)^2$
1	98,27	1,2544	27	98,95	3,24
2	96,44	0,5041	28	98,99	3,3856
3	95,73	2,0164	29	99,05	3,61
4	93,65	12,25	30	98,98	3,3489
5	89,33	61,1524	31	98,51	1,8496
6	90	51,1225	32	99,06	3,6481
7	93,91	10,4976	33	98,23	1,1664
8	94,44	7,3441	34	98,84	2,8561
9	93,5	13,3225	35	98,42	1,6129
10	91,82	28,4089	36	98,5	1,8225
11	95,3	3,4225	37	98,73	2,4964
12	94,83	5,3824	38	99,35	4,84
13	94,92	4,9729	39	99,64	6,2001
14	96	1,3225	40	98,59	2,0736
15	96,5	0,4225	41	98,62	2,1609
16	97,67	0,2704	42	98,25	1,21
17	98,46	1,7161	43	97,99	0,7056
18	98,62	2,1609	44	97,97	0,6724
19	98,69	2,3716	45	97,46	0,0961
20	98,77	2,6244	46	97,92	0,5929
21	97,59	0,1936	47	97,91	0,5776
22	96,89	0,0676	48	97,93	0,6084
23	96,2	0,9025	49	97,89	0,5476
24	96,48	0,4489	50	97,83	0,4624
25	98,88	2,9929	51	98,08	0,8649
26	98,8	2,7225	52	98,29	1,2996

Определяем интегральное отклонение по формуле

$$D_j = \sum_{i=1}^{j} x_i - jM, \qquad (3.3)$$

$$D_1 = \sum_{i=1}^{1} x_i - 1 \cdot M = 98{,}27 - 1 * 97{,}15 = 1{,}12,$$

$$D_2 = \sum_{i=1}^{1} x_i - 1 \cdot M = 194{,}71 - 2 * 97{,}15 = 0{,}41,$$

……..

$$D_{52} = \sum_{i=1}^{52} x_i - 1 \cdot M = 5051{,}67 - 52 * 97{,}15 = -0{,}13 .$$

Таблица 3.4 – Результаты расчета D_j

N	X_i	D_j	N	X_i	D_j
1	98,27	1,12	27	98,95	-32,41
2	96,44	0,41	28	98,99	-30,57
3	95,73	-1,01	29	99,05	-28,67
4	93,65	-4,56	30	98,98	-26,84
5	89,33	-12,33	31	98,51	-25,48
6	90	-19,48	32	99,06	-23,57
7	93,91	-22,72	33	98,23	-22,49
8	94,44	-25,43	34	98,84	-20,8
9	93,5	-29,08	35	98,42	-19,53
10	91,82	-34,41	36	98,5	-18,18
11	95,3	-36,26	37	98,73	-16,6
12	94,83	-38,58	38	99,35	-14,4
13	94,92	-40,95	39	99,64	-11,91
14	96	-41,96	40	98,59	-10,47
15	96,5	-42,61	41	98,62	-9
16	97,67	42,09	42	98,25	-7,9
17	98,46	-40,78	43	97,99	-7,06
18	98,62	-39,31	44	97,97	-6,24
19	98,69	-37,77	45	97,46	-5,93
20	98,77	-36,15	46	97,92	-5,16
21	97,59	35,71	47	97,91	-4,4
22	96,89	-35,97	48	97,93	-3,62
23	96,2	-36,92	49	97,89	-2,88
24	96,48	-37,59	50	97,83	-2,2
25	98,88	-35,86	51	98,08	-1,27
26	98,8	-34,21	52	98,29	-0,13

Находим max{D_j} и min{D_j}

$$\max\{D_j\} = 1{,}12, \qquad (3.4)$$

$$\min\{D_j\} = \text{-}42{,}61.$$

Определяем нормированный размах по формуле

$$R = \max\{D_i\} - \min\{D_i\}, \tag{3.5}$$

$$R = 1{,}12 - (\text{-}42{,}61) = 43{,}73.$$

Отношение R/S равно

$$\frac{R}{S} = (N)^H + C, \tag{3.6}$$

где H – параметр Херста, C – const.

Логарифмируя обе стороны уравнения, находим параметр N.

$$\log\left(\frac{R}{S}\right) = H \log N + \log C, \tag{3.7}$$

Тогда

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log N} = \frac{\ln(R/S)}{\ln N}, \tag{3.8}$$

$$H = \frac{\ln(\frac{43{,}73}{2{,}27})}{\ln 52} = 0{,}747. \tag{3.9}$$

Параметр Хёрста H - определяет степень самоподобия процесса.

Чем более выраженные фрактальные свойства, тем приближен этот параметр к единице (самоподобный процесс) [30].

Наоборот тождество равное $\text{H} = 0{,}5$ показывает то что отсутствует самоподобие. В нашем случае $\text{H} = 0{,}747$, т.е. исследуемый временной ряд является самоподобным.

Расчет параметра Херста произведем на языке Turbo Pascal. На рисунках 3.2 и 3.3 приведены листинг программы для недель, а на рисунках 3.4 и 3.5 приведены листинг программы для месяцев и окно полученных значений.

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
Файл  Правка  Поиск  Пуск  Компиляция  Отладка  Инструм.  Опции  Окна  Помощь
[■]                          DINARA.PAS                                  1=[↕]
program Hurst;
uses crt;
var m,r,s,h,s1,s2,max,min,hur:real;
x:array[1..52] of real;
d:array[1..52] of real;
i,j,k,n:integer;
begin
     clrscr;
     s1:=0; n:=52;
     for i:=1 to n do
         begin
         read(x[i]); s1:=s1+x[i];
         end;
     m:=s1/n;
     s2:=0;
     for i:=1 to n do
         s2:=s2+(x[i]-m)*(x[i]-m); s:=sqrt(s2/n);
     for j:=1 to n do
         begin
              s1:=0;
              for i:=1 to j do
              s1:=s1+x[i]; d[j]:=s1-j*m;
         end;
     max:=0;
         for i:=1 to n do
             if d[1]>max then max:=d[i];
            min:=100;
         for i:=1 to n do
             if d[i]<min then min:=d[i];
        29:41
F1 Помощь  F2 Сохранить  F3 Открыть  F9 Переделать  Alt+F10 Лок. меню
```

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
Файл  Правка  Поиск  Пуск  Компиляция  Отладка  Инструм.  Опции  Окна  Помощь
[■]                          DINARA.PAS                                  1=[↕]
         begin
         read(x[i]); s1:=s1+x[i];
         end;
     m:=s1/n;
     s2:=0;
     for i:=1 to n do
         s2:=s2+(x[i]-m)*(x[i]-m); s:=sqrt(s2/n);
     for j:=1 to n do
         begin
              s1:=0;
              for i:=1 to j do
              s1:=s1+x[i]; d[j]:=s1-j*m;
         end;
     max:=0;
         for i:=1 to n do
             if d[1]>max then max:=d[i];
            min:=100;
         for i:=1 to n do
             if d[i]<min then min:=d[i];
         r:=max-min;
         writeln(ln(r/s),ln(n), '',s);
         hur:=ln(r/s)/ln(n);
         writeln('Koefficient Hurst = ',hur:4:3);
         read(i);
         end.
        35:14
F1 Помощь  F2 Сохранить  F3 Открыть  F9 Переделать  Alt+F10 Лок. меню
```

Рисунок 3.2 – Листинг программы

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
98.27 96.44 95.73 93.65 89.33
90    93.91 94.44 93.5  91.82
95.3  94.83 94.92 96    96.5
97.67 98.46 98.62 98.69 98.77
97.59 96.89 96.2  96.48 98.88
98.8  98.95 98.99 99.05 98.98
98.51 99.06 98.23 98.84 98.42
98.5  98.73 99.35 99.64 98.59
98.62 98.25 97.99 97.97 97.46
97.92 97.91 97.93 97.89 97.83
98.08 98.29
 2.9502940046E+00 3.9512437186E+00 2.2863111665E+00
Koefficient Hurst = 0.747
```

Рисунок 3.3 – Полученные результаты

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
Файл  Правка  Поиск  Пуск  Компиляция  Отладка  Инструм.  Опции  Окна  Помощь
[■]                    DINARA.PAS                                    1=[↕]
program Hurst;
uses crt;
var m,r,s,h,s1,s2,max,min,hur:real;
x:array[1..12] of real;
d:array[1..12] of real;
i,j,k,n:integer;
begin
     clrscr;
     s1:=0; n:=12;
     for i:=1 to n do
         begin
         read(x[i]); s1:=s1+x[i];
         end;
     m:=s1/n;
     s2:=0;
     for i:=1 to n do
         s2:=s2+(x[i]-m)*(x[i]-m); s:=sqrt(s2/n);
     for j:=1 to n do
         begin
              s1:=0;
              for i:=1 to j do
              s1:=s1+x[i]; d[j]:=s1-j*m;
         end;
             max:=0;
         for i:=1 to n do
             if d[1]>max then max:=d[i];
             min:=100;
         for i:=1 to n do
             if d[i]<min then min:=d[i];
      29:41
F1 Помощь  F2 Сохранить  F3 Открыть  F9 Переделать  Alt+F10 Лок. меню
```

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
Файл  Правка  Поиск  Пуск  Компиляция  Отладка  Инструм.  Опции  Окна  Помощь
[■]                          DINARA.PAS                                  1=[↕]
        begin
             s1:=0;
             for i:=1 to j do
             s1:=s1+x[i]; d[j]:=s1-j*m;
        end;
            max:=0;
        for i:=1 to n do
            if d[1]>max then max:=d[i];
            min:=100;
        for i:=1 to n do
            if d[i]<min then min:=d[i];
        r:=max-min;
        writeln(ln(r/s),ln(n), '',s);
        hur:=ln(r/s)/ln(n);
        writeln('Koefficient Hurst = ',hur:4:3);
        read(i);
        end.
35:14
F1 Помощь  F2 Сохранить  F3 Открыть  F9 Переделать  Alt+F10 Лок. меню
```

Рисунок 3.4 – Листинг программы

```
DOSBox 0.72, Cpu Cycles:    max, Frameskip  0, Program:    BP
96     91,75  93,75  96,25
98,5   96,75  99     98,75
98,25  98     97,5   97,75
 1.5337652676E+00 2.4849066498E+00 8.3412462432E+00
Koefficient Hurst = 0,722
```

Рисунок 3.5 - Полученный результат

На следующем этапе анализа проводим оценку самоподобия временного ряда данных по среднему проценту успешных вызовов за месяц. Произведем укрупнение интервалов исходного ряда. принимая что месяц содержит 4 недели.

Таблица 3.6 - Расчет R/S статистики

Месяц	Процент успешных вызовов X_i
1	2
1	96
2	91,75
3	93,75

Продолжение таблицы 3.6

1	2
4	96,25
5	98,5
6	96,75
7	99
8	98,75
9	98,25
10	98
11	97,5
12	97,75

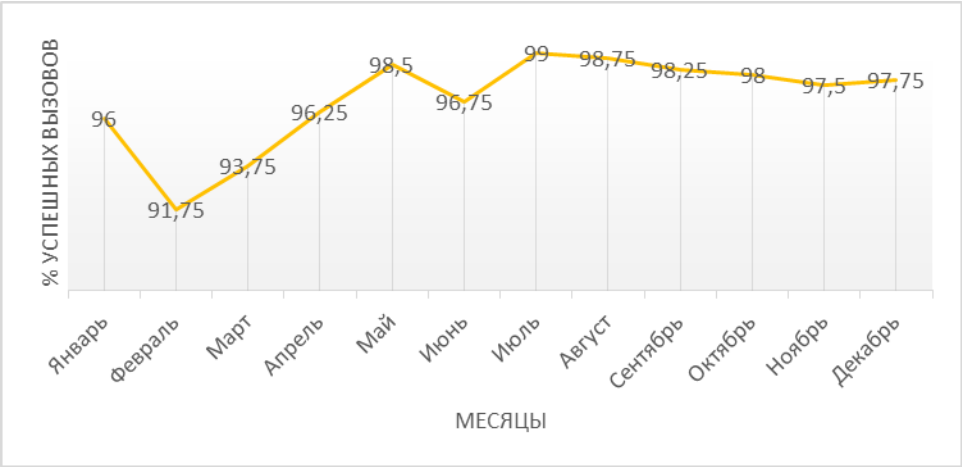


Рисунок 3.7 –Динамика процента успешных голосовых вызовов в течение двенадцати месяцев

Среднеарифметическое М найдем по формуле

$$M = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{1}{12}\cdot 1162{,}25 = 0{,}083\cdot 1162{,}25 = 96{,}47\ \%. \qquad (3.10)$$

где N- число месяцев (12);

X_i – % успешных вызовов.

Определим дисперсию S^2 и среднеквадратическое отклонение S

$$S^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - M)^2 = 0{,}083\cdot 53{,}953 = 4{,}478. \qquad (3.11)$$

$$S = \sqrt{S^2} = 2{,}116\%.$$

И занесем результаты в таблицу 3.7

Таблица 3.7– Результаты расчета

N	X_i	$(x_i - M)^2$
1	96	0,2209
2	91,75	22,278
3	93,75	7,3984
4	96,25	0,0484
5	98,5	4,1209
6	96,75	0,0784
7	99	6,4009
8	98,75	5,1984
9	98,25	3,1684
10	98	2,3409
11	97,5	1,0609
12	97,75	1,6384

Определяем интегральное отклонение по формуле

$$D_j = \sum_{i=1}^{j} x_i - jM, \tag{3.12}$$

$$D_1 = \sum_{i=1}^{1} x_i - 1 \cdot M = 96 - 1 \cdot 96{,}47 = -0{,}47,$$

$$D_2 = \sum_{i=1}^{2} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75) - 2 \cdot 96{,}47 = -5{,}19,$$

$$D_3 = \sum_{i=1}^{3} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75) - 3 \cdot 96{,}47 = -7{,}91,$$

$$D_4 = \sum_{i=1}^{4} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25) - 4 \cdot 96{,}47 = -8{,}13,$$

$$D_5 = \sum_{i=1}^{5} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5) - 5 \cdot 96{,}47 = -6{,}1,$$

$$D_6 = \sum_{i=1}^{6} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75) -$$
$$- 4 \cdot 96{,}47 = -5{,}82,$$

$$D_7 = \sum_{i=1}^{7} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99) -$$
$$- 7 \cdot 96{,}47 = -3{,}29,$$

$$D_8 = \sum_{i=1}^{8} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99 +$$
$$+ 98{,}75) - 8 \cdot 96{,}47 = -1{,}01,$$

$$D_9 = \sum_{i=1}^{9} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99 +$$
$$+ 98{,}75 + 98{,}25) - 9 \cdot 96{,}47 = 0{,}77,$$

$$D_{10} = \sum_{i=1}^{10} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99 +$$
$$98{,}75 + 98{,}25 + 98) - 10 \cdot 96{,}47 = 2{,}3,$$

$$D_{11} = \sum_{i=1}^{11} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99 +$$
$$98{,}75 + 98{,}25 + 98 + 97{,}5) - 11 \cdot 96{,}47 = 3{,}33,$$

$$D_{12} = \sum_{i=1}^{12} x_i - 1 \cdot M = (96 + 91{,}75 + 93{,}75 + 96{,}25 + 98{,}5 + 96{,}75 + 99 +$$
$$98{,}75 + 98{,}25 + 98 + 97{,}5 + 97{,}75) - 12 \cdot 96{,}47 = 4{,}61.$$

Таблица 3.8 – Результаты расчета D_j

N	X_i	D
1	2	3
1	96	-0,47
2	91,75	-5,19
3	93,75	-7,91
4	96,25	-8,13
5	98,5	-6,1

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3
6	96,75	-5,82
7	99	-3,29
8	98,75	-1,01
9	98,25	0,77
10	98	2,3
11	97,5	3,33
12	97,75	4,61

Находим max{D_j} и min{D_j}

$$\max\{D_j\} = 4{,}61, \qquad (3.13)$$
$$\min\{D_j\} = -8{,}13.$$

Определяем нормированный размах по формуле

$$R = \max\{D_i\} - \min\{D_i\}, \qquad (3.14)$$
$$R = 4{,}61 - (-8{,}13) = 12{,}74.$$

Отношение R/S равно

$$\frac{R}{S} = (N)^H + C, \qquad (3.15)$$

где H – параметр Херста, C – const.

Логарифмируя обе стороны уравнения, находим параметр N

$$\log\left(\frac{R}{S}\right) = H \log N + \log C, \qquad (3.16)$$

Тогда

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log N} = \frac{\ln(R/S)}{\ln N}, \qquad (3.17)$$

$$H = \frac{\ln(\frac{12,74}{2,116})}{\ln 12} = 0,722 .$$

Параметр Херста H= (0 ÷ 1) указывает на степень самоподобия процесса. В нашем случае H=0,722, т.е. исследуемый временной ряд является самоподобным.

Поскольку исследуемые временные ряды процента успешных голосовых вызовов, сформированы по неделям и месяцам, оказались самоподобными, проведем прогнозирование значений показателя на предстоящие 1-3 периода методом аналитического выравнивания, используя пакет MS Excel.

3.2 Прогнозирование процента успешных вызовов

3.2.1 Прогноз показателя на 1-3 недели вперед

Процесс прогнозирования является очень актуальной на сегодняшний день. Достаточно широк в сфере применения. Прогнозирование довольно часто можно встретить в разделах экономики, теории телетрафика. Чтобы управлять будущим, человечество создало некоторые механизмы в экономике, названные прогнозами [31].

Прогнозирование – это предположение, получение информации о будущем, которая основывается на специальных научных исследованиях. У прогнозирования есть два конкретных аспекта: это предсказывать и предвидеть. В соответствие с тем какой результат нужно получить, или нужно спрогнозировать, то преимущество предоставляется одному или другому аспекту.

В качестве линии тренда использованы линейная, логарифмическая и полиномиальная функция, они представлены на рисунках 3.8, 3.9, 3.10.

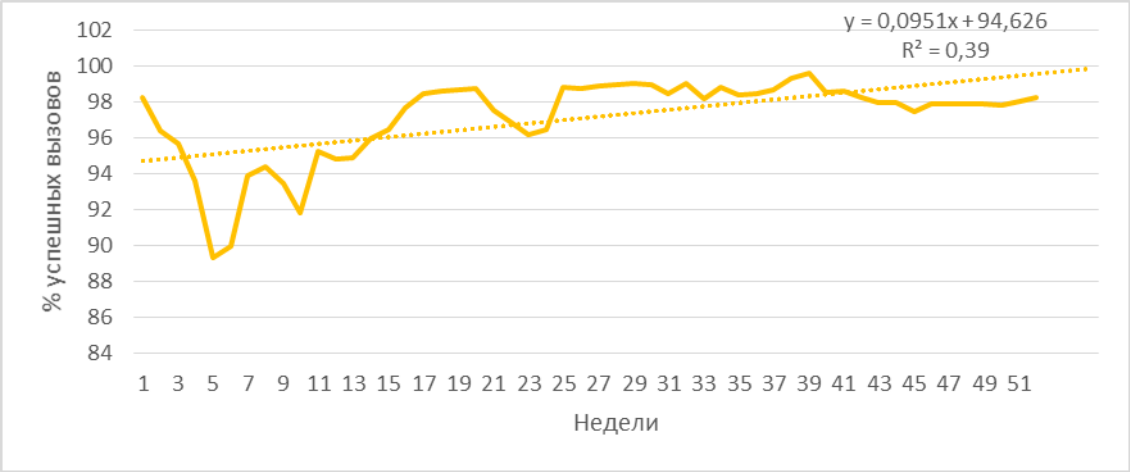


Рисунок 3.8 – Построение линейного тренда

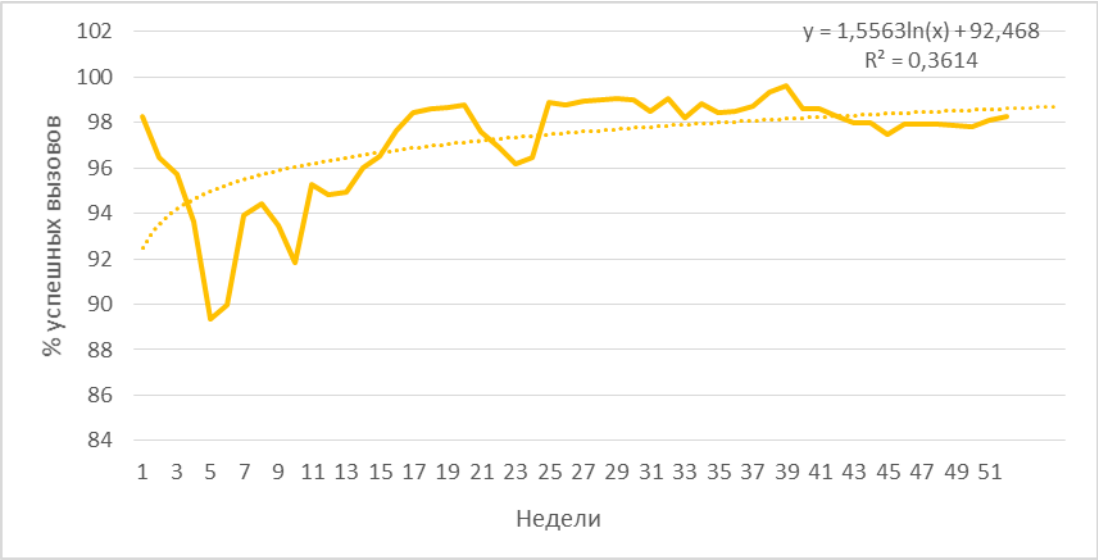


Рисунок 3.9 – Построение логарифмического тренда

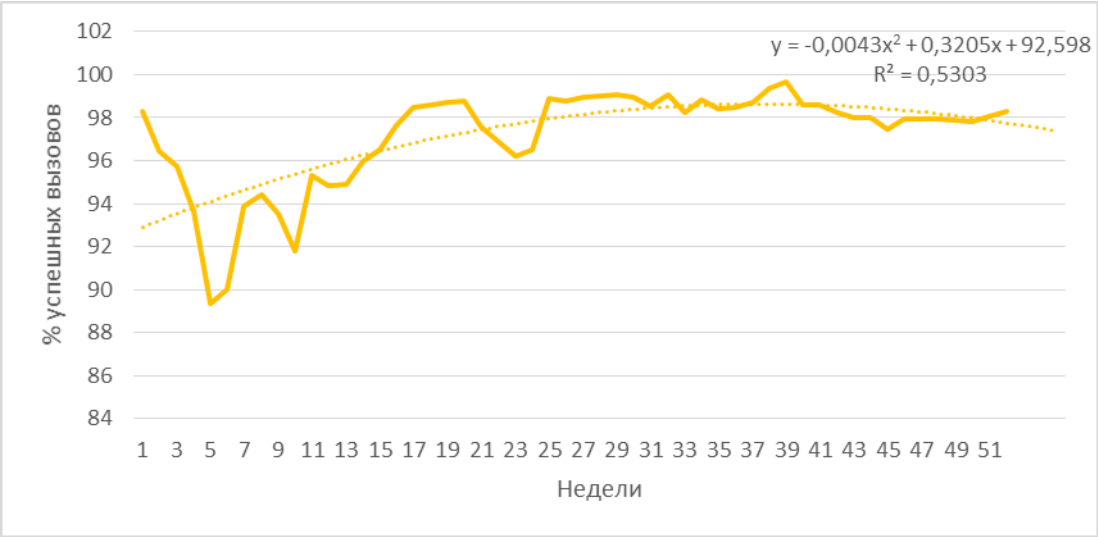


Рисунок 3.10 – Построение полиномиального тренда

Прогноз по линейной функции вычисляется по формуле: $y = 0{,}095x+94{,}62$. Чтобы рассчитать прогноз на первую неделю следующего года в формулу подставляем $x=53$, $y_{53}= 99{,}6$. При $x=54$, $y_{54}= 99{,}7$. А при в $x = 55$, $y_{55}=99{,}8$. Для логарифмической функции прогноз вычислялся по формуле: $y = 1{,}55\ln x+92{,}46$. Чтобы рассчитать прогноз на первую неделю следующего года в формулу подставляем $x=53$, $y_{53} = 98{,}64$; $x=54$, $y_{54} = 98{,}67$; $x=55$, $y_{55} = 98{,}7$. В полиномиальной функции прогноз вычислялся по формуле $y = -0{,}004x^2+0{,}320x+92{,}59$.

3.2.2 Прогноз показателя на 1-3 месяца вперед

Прогнозные значения показателей на 1-3 месяцев вперед указаны на рисунках 3.11, 3.12, 3.13.

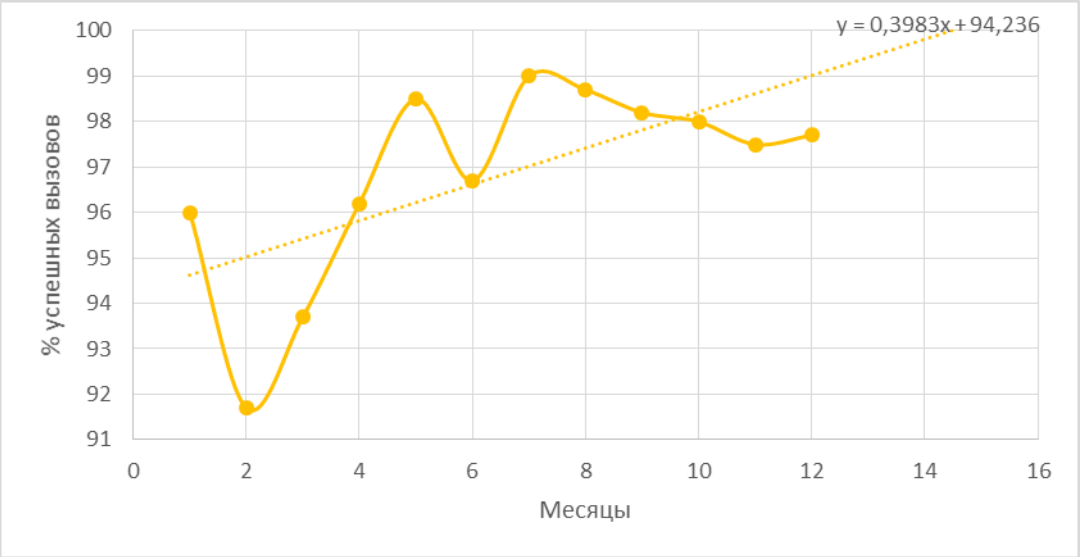


Рисунок 3.11 – Построение линейного тренда

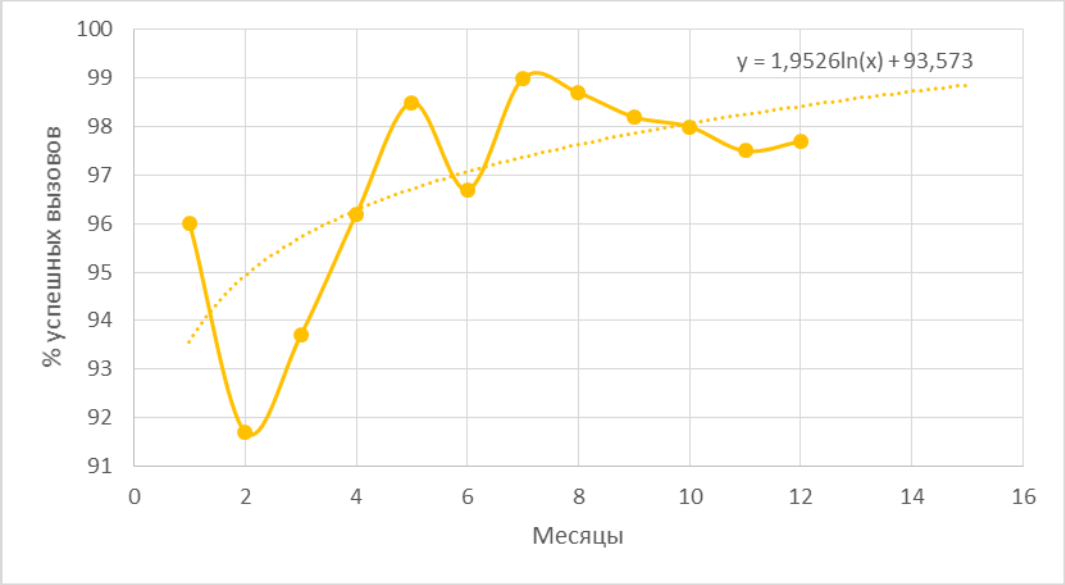


Рисунок 3.12 – Построение логарифмического тренда

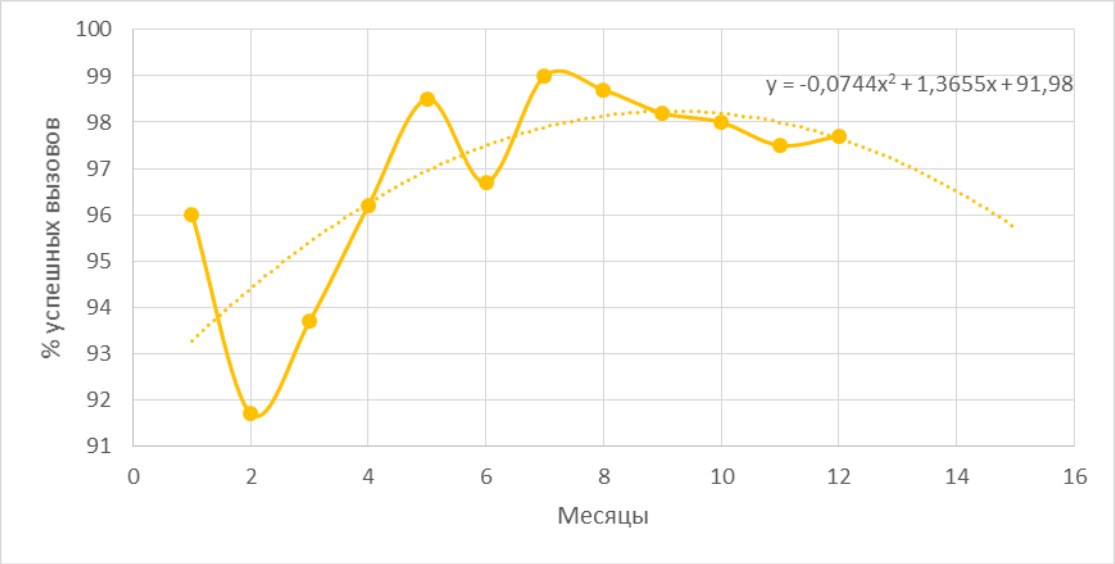


Рисунок 3.13 - Построение полиномиального тренда

Прогноз вычислялся по формуле для линейной функции: y = 0,398x+94,23. Чтобы рассчитать прогноз на первую неделю следующего года в формулу подставляем x=13, y_{13}= 99,4. При x = 14, y_{14} = 99,8; x = 15, y_{15}=100. Прогноз для логарифмической функции вычислялся по формуле: y = 1,952 ln (x)+93,57. А для полиномиальной функции прогноз вычислялся по формуле

$y = -0{,}074x^2+1{,}365x+91{,}98$.

3.3 Оценка точности прогноза

Ошибкой прогноза – являются отклонения прогноза от действительного будущего состояния объекта.

В дипломном проекте точность прогноза оценивалась по величине средней абсолютной ошибки.

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_t - \widetilde{y_t}}{y_t} \right| \cdot 100\%, \qquad (3.18)$$

где Y_t – исходные данные за недели;

$\hat{Y}_t$ — значение прогнозной модели, за анализируемый период;

n — количество недель.

В расчете ошибки прогноза были использованы линейная, логарифмическая и полиномиальные функции, представленные на таблицах 3.9, 3.10, 3.11. А ошибки прогноза за месяцы представлены в таблицах 3.12, 3.13, 3.14.

Таблица 3.9 – Расчет ошибки прогноза для линейной функции

Недели (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	2	3	4	5	6
6	96,75	-5,82	3,2789	3,2789	0,0346
7	99	-3,29	1,1838	1,1838	0,0125
8	98,75	-1,01	1,0887	1,0887	0,0115
9	98,25	0,77	-1,006	1,0064	0,0106
10	98	2,3	-6,102	6,1015	0,0642
11	97,5	3,33	-5,197	5,1966	0,0546
12	97,75	4,61	-1,292	1,2917	0,0136
8	94	95,387	-1,387	1,3868	0,0145
9	94	95,482	-1,482	1,4819	0,0155
10	92	95,577	-3,577	3,577	0,0374
11	95	95,672	-0,672	0,6721	0,007
12	95	95,767	-0,767	0,7672	0,008
13	95	95,862	-0,862	0,8623	0,009
14	96	95,957	0,0426	0,0426	0,0004
15	97	96,053	0,9475	0,9475	0,0099
16	98	96,148	1,8524	1,8524	0,0193
17	98	96,243	1,7573	1,7573	0,0183
18	99	96,338	2,6622	2,6622	0,0276
19	99	96,433	2,5671	2,5671	0,0266
20	99	96,528	2,472	2,472	0,0256
21	98	96,623	1,3769	1,3769	0,0143
22	97	96,718	0,2818	0,2818	0,0029
23	96	96,813	-0,813	0,8133	0,0084
24	96	96,908	-0,908	0,9084	0,0094
25	99	97,004	1,9965	1,9965	0,0206
26	99	97,099	1,9014	1,9014	0,0196
27	99	97,194	1,8063	1,8063	0,0186
28	99	97,289	1,7112	1,7112	0,0176
29	99	97,384	1,6161	1,6161	0,0166
30	99	97,479	1,521	1,521	0,0156
31	99	97,574	1,4259	1,4259	0,0146

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6
32	99	97,669	1,3308	1,3308	0,0136
33	98	97,764	0,2357	0,2357	0,0024
34	99	97,859	1,1406	1,1406	0,0117
35	98	97,955	0,0455	0,0455	0,0005
36	99	98,05	0,9504	0,9504	0,0097
37	99	98,145	0,8553	0,8553	0,0087
38	99	98,24	0,7602	0,7602	0,0077
39	100	98,335	1,6651	1,6651	0,0169
40	99	98,43	0,57	0,57	0,0058
41	99	98,525	0,4749	0,4749	0,0048
42	98	98,62	-0,62	0,6202	0,0063
43	98	98,715	-0,715	0,7153	0,0072
44	98	98,81	-0,81	0,8104	0,0082
45	97	98,906	-1,906	1,9055	0,0193
46	98	99,001	-1,001	1,0006	0,0101
47	98	99,096	-1,096	1,0957	0,0111
48	98	99,191	-1,191	1,1908	0,012
49	98	99,286	-1,286	1,2859	0,013
50	98	99,381	-1,381	1,381	0,0139
51	98	99,476	-1,476	1,4761	0,0148
52	98	99,571	-1,571	1,5712	0,0158
					0,7923

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y_t - \tilde{y}_t}{y_t}\right| \cdot 100\% = \frac{1}{52} \cdot 0{,}7923 \cdot 100\% = 1{,}52\%.$$

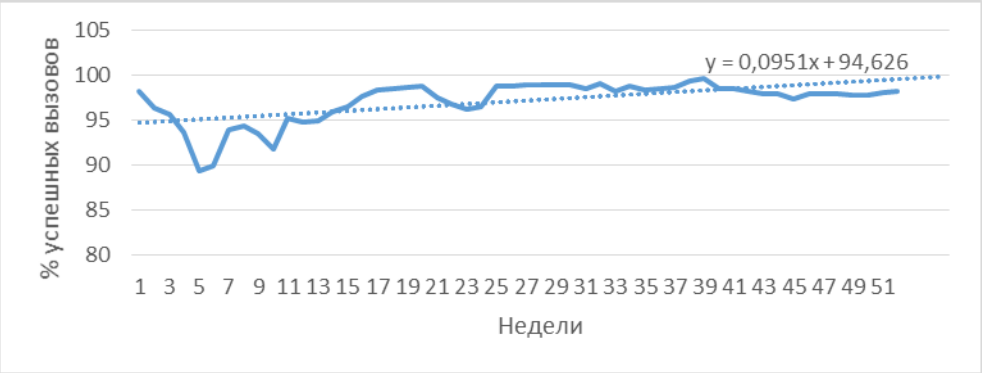


Рисунок 3.14 – Линейная функция

Таблица 3.10 – Расчет ошибки прогноза для логарифмической функции

Недели (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	2	3	4	5	6
1	98	92,468	5,532	5,532	0,0598
2	96	93,547	2,4533	2,4533	0,0262
3	96	94,178	1,8222	1,8222	0,0193
4	94	94,625	-0,625	0,6255	0,0066
5	89	94,973	-5,973	5,9728	0,0629
6	90	95,257	-5,257	5,2565	0,0552
7	94	95,496	-1,496	1,4964	0,0157
8	94	95,704	-1,704	1,7042	0,0178
9	94	95,888	-1,888	1,8875	0,0197
10	92	96,052	-4,052	4,0515	0,0422
11	95	96,2	-1,2	1,1998	0,0125
12	95	96,335	-1,335	1,3353	0,0139
13	95	96,46	-1,46	1,4598	0,0151
14	96	96,575	-0,575	0,5752	0,006
15	97	96,683	0,3175	0,3175	0,0033
16	98	96,783	1,217	1,217	0,0126
17	98	96,877	1,1227	1,1227	0,0116
18	99	96,966	2,0337	2,0337	0,021
19	99	97,05	1,9496	1,9496	0,0201
20	99	97,13	1,8697	1,8697	0,0192
21	98	97,206	0,7938	0,7938	0,0082
22	97	97,279	-0,279	0,2786	0,0029
23	96	97,348	-1,348	1,3478	0,0138
24	96	97,414	-1,414	1,414	0,0145
25	99	97,478	1,5225	1,5225	0,0156
26	99	97,539	1,4614	1,4614	0,015
27	99	97,597	1,4027	1,4027	0,0144
28	99	97,654	1,3461	1,3461	0,0138
29	99	97,709	1,2915	1,2915	0,0132
30	99	97,761	1,2387	1,2387	0,0127
31	99	97,812	1,1877	1,1877	0,0121
32	99	97,862	1,1383	1,1383	0,0116

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5	6
33	98	97,91	0,0904	0,0904	0,0009
34	99	97,956	1,0439	1,0439	0,0107
35	98	98,001	-0,001	0,0012	1E-05
36	99	98,045	0,955	0,955	0,0097
37	99	98,088	0,9123	0,9123	0,0093
38	99	98,129	0,8708	0,8708	0,0089
39	100	98,17	1,8304	1,8304	0,0186
40	99	98,209	0,791	0,791	0,0081
41	99	98,247	0,7526	0,7526	0,0077
42	98	98,285	-0,285	0,2849	0,0029
43	98	98,322	-0,322	0,3216	0,0033
44	98	98,357	-0,357	0,3573	0,0036
45	97	98,392	-1,392	1,3923	0,0142
46	98	98,427	-0,427	0,4265	0,0043
47	98	98,46	-0,46	0,46	0,0047
48	98	98,493	-0,493	0,4928	0,005
49	98	98,525	-0,525	0,5248	0,0053
50	98	98,556	-0,556	0,5563	0,0056
51	98	98,587	-0,587	0,5871	0,006
52	98	98,617	-0,617	0,6173	0,0063
					0,7434

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y_t - \tilde{y}_t}{y_t}\right| \cdot 100\% = \frac{1}{52} \cdot 0{,}7434 \cdot 100\% = 1{,}43\ \%.$$

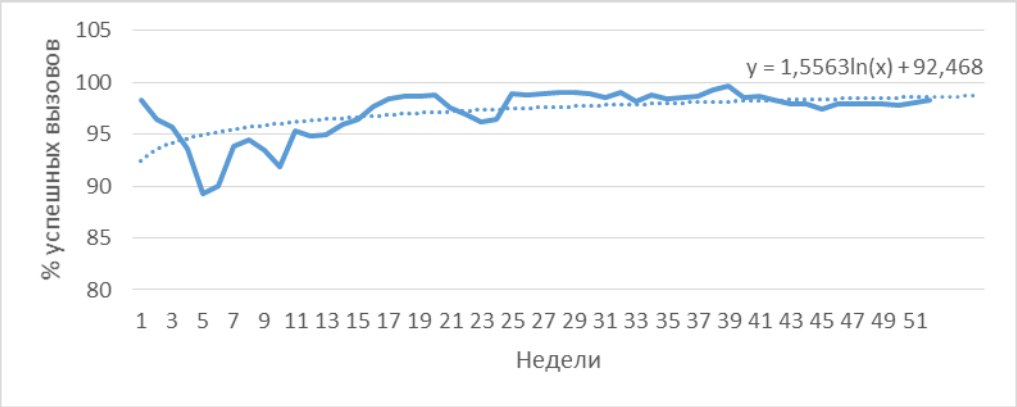


Рисунок 3.15 – Логарифмическая функция

Таблица 3.11 – Расчет ошибки прогноза для полиномиальной функции

Недели (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	2	3	4	5	6
1	98	92,914	5,0858	5,0858	0,0547
2	96	93,222	2,7782	2,7782	0,0298
3	96	93,521	2,4792	2,4792	0,0265
4	94	93,811	0,1888	0,1888	0,002
5	89	94,093	-5,093	5,093	0,0541
6	90	94,366	-4,366	4,3662	0,0463
7	94	94,631	-0,631	0,6308	0,0067
8	94	94,887	-0,887	0,8868	0,0093
9	94	95,134	-1,134	1,1342	0,0119
10	92	95,373	-3,373	3,373	0,0354
11	95	95,603	-0,603	0,6032	0,0063
12	95	95,825	-0,825	0,8248	0,0086
13	95	96,038	-1,038	1,0378	0,0108
14	96	96,242	-0,242	0,2422	0,0025
15	97	96,438	0,562	0,562	0,0058
16	98	96,625	1,3748	1,3748	0,0142
17	98	96,804	1,1962	1,1962	0,0124
18	99	96,974	2,0262	2,0262	0,0209
19	99	97,135	1,8648	1,8648	0,0192
20	99	97,288	1,712	1,712	0,0176
21	98	97,432	0,5678	0,5678	0,0058
22	97	97,568	-0,568	0,5678	0,0058
23	96	97,695	-1,695	1,6948	0,0173
24	96	97,813	-1,813	1,8132	0,0185
25	99	97,923	1,077	1,077	0,011
26	99	98,024	0,9758	0,9758	0,01
27	99	98,117	0,8832	0,8832	0,009
28	99	98,201	0,7992	0,7992	0,0081
29	99	98,276	0,7238	0,7238	0,0074
30	99	98,343	0,657	0,657	0,0067
31	99	98,401	0,5988	0,5988	0,0061
32	99	98,451	0,5492	0,5492	0,0056

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6
33	98	98,492	-0,492	0,4918	0,005
34	99	98,524	0,4758	0,4758	0,0048
35	98	98,548	-0,548	0,548	0,0056
36	99	98,563	0,4368	0,4368	0,0044
37	99	98,57	0,4302	0,4302	0,0044
38	99	98,568	0,4322	0,4322	0,0044
39	100	98,557	1,4428	1,4428	0,0146
40	99	98,538	0,462	0,462	0,0047
41	99	98,51	0,4898	0,4898	0,005
42	98	98,474	-0,474	0,4738	0,0048
43	98	98,429	-0,429	0,4288	0,0044
44	98	98,375	-0,375	0,3752	0,0038
45	97	98,313	-1,313	1,313	0,0134
46	98	98,242	-0,242	0,2422	0,0025
47	98	98,163	-0,163	0,1628	0,0017
48	98	98,075	-0,075	0,0748	0,0008
49	98	97,978	0,0218	0,0218	0,0002
50	98	97,873	0,127	0,127	0,0013
51	98	97,759	0,2408	0,2408	0,0025
52	98	97,637	0,3632	0,3632	0,0037
					0,5982

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_t - \widetilde{y_t}}{y_t} \right| \cdot 100\% = \frac{1}{52} \cdot 0{,}5982 \cdot 100\% = 1{,}15\ \%.$$

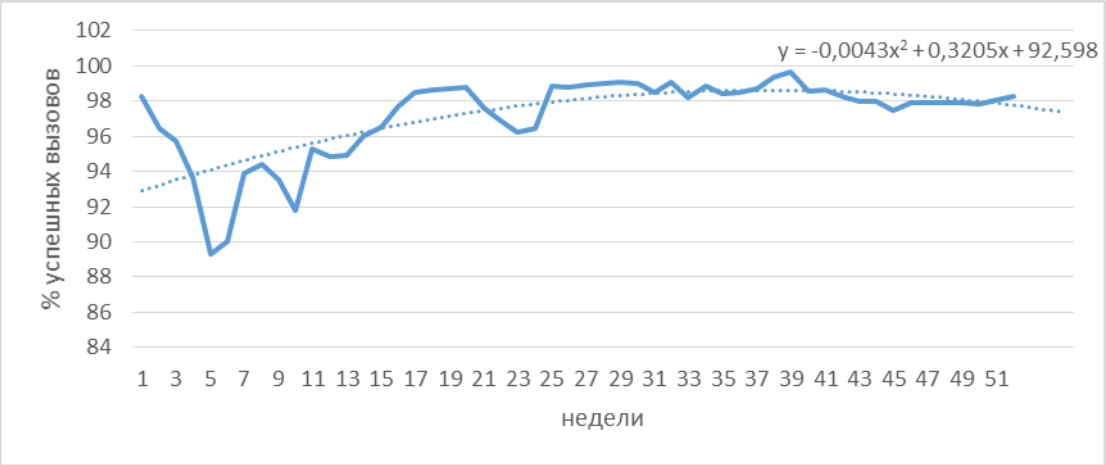


Рисунок 3.16 – Полиномиальная функция

Исходя из расчетов можно сделать вывод что наименьшая ошибка прогноза наблюдается в Полиномиальной функции.

Ошибка прогноза за месяцы представлены в таблицах 3.12, 3.13, 3.14.

Таблица 3.12 – Расчет ошибки прогноза для линейной функции

Месяц (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	96	94,634	1,3657	1,3657	0,0144
2	91,7	95,033	-3,333	3,3326	0,0351
3	93,7	95,431	-1,731	1,7309	0,0181
4	96,2	95,829	0,3708	0,3708	0,0039
5	98,5	96,228	2,2725	2,2725	0,0236
6	96,7	96,626	0,0742	0,0742	0,0008
7	99	97,024	1,9759	1,9759	0,0204
8	98,7	97,422	1,2776	1,2776	0,0131
9	98,2	97,821	0,3793	0,3793	0,0039
10	98	98,219	-0,219	0,219	0,0022
11	97,5	98,617	-1,117	1,1173	0,0113
12	97,7	99,016	-1,316	1,3156	0,0133
					0,1601

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_t - \widetilde{y_t}}{y_t} \right| \cdot 100\% = \frac{1}{12} \cdot 0{,}1601 \cdot 100\% = 1{,}33\ \%.$$

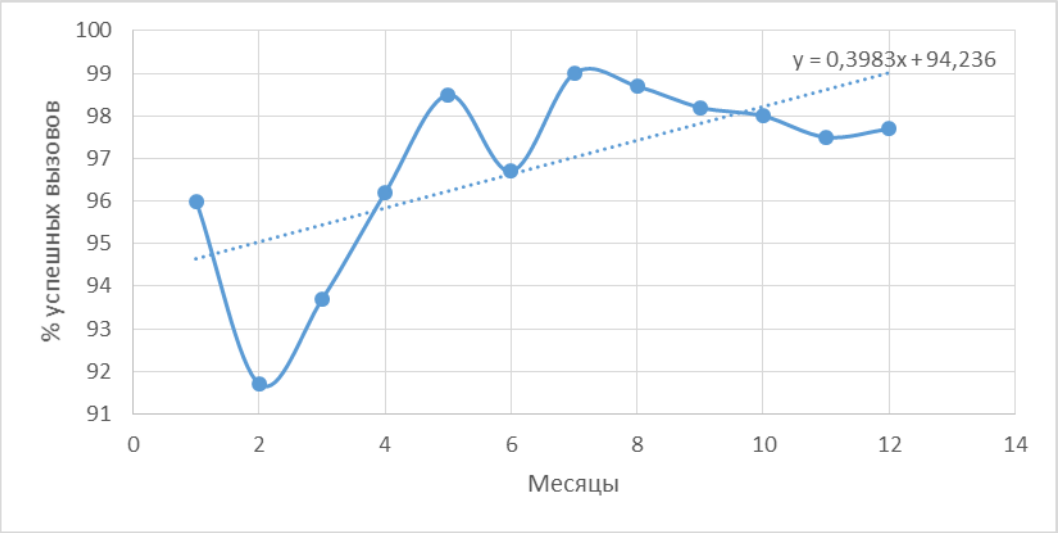


Рисунок 3.17 – Линейная функция

Таблица 3.13 – Расчет ошибки прогноза для логарифмической функции

Месяц (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	96	93,573	2,427	2,427	0,0259
2	91,7	94,926	-3,226	3,2264	0,034
3	93,7	95,718	-2,018	2,0182	0,0211
4	96,2	96,28	-0,08	0,0799	0,0008
5	98,5	96,716	1,7844	1,7844	0,0185
6	96,7	97,072	-0,372	0,3716	0,0038
7	99	97,373	1,6274	1,6274	0,0167
8	98,7	97,633	1,0667	1,0667	0,0109
9	98,2	97,863	0,3367	0,3367	0,0034
10	98	98,069	-0,069	0,069	0,0007
11	97,5	98,255	-0,755	0,7551	0,0077
12	97,7	98,425	-0,725	0,725	0,0074
					0,151

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n}\sum\frac{y_t - \widetilde{y_t}}{y_t}\cdot 100\% = \frac{1}{12}\cdot 0{,}151\cdot 100\% = 1{,}25\ \%.$$

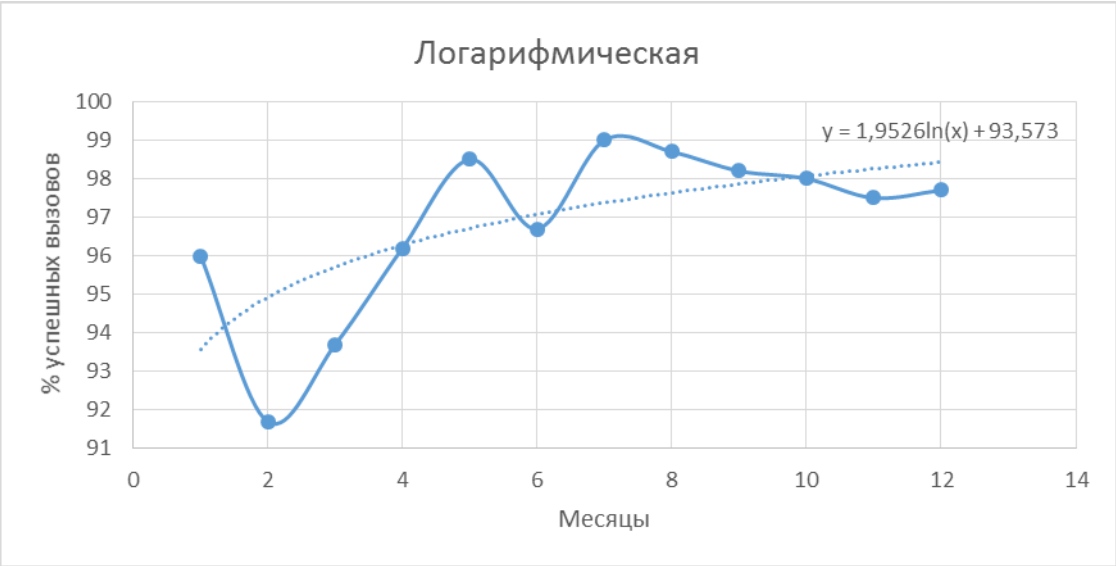


Рисунок 3.18 – Логарифмическая функция

Таблица 3.14 – Расчет ошибки прогноза для полиномиальной функции

Месяцы (x)	y	y_t	$y - y_t$	$\lvert y - y_t \rvert$	$\left\lvert \frac{y - y_t}{y_t} \right\rvert$
1	96	93,271	2,7289	2,7289	0,0293
2	91,7	94,413	-2,713	2,7134	0,0287
3	93,7	95,407	-1,707	1,7069	0,0179
4	96,2	96,252	-0,052	0,0516	0,0005
5	98,5	96,948	1,5525	1,5525	0,016
6	96,7	97,495	-0,795	0,7946	0,0082
7	99	97,893	1,1071	1,1071	0,0113
8	98,7	98,142	0,5576	0,5576	0,0057
9	98,2	98,243	-0,043	0,0431	0,0004
10	98	98,195	-0,195	0,195	0,002
11	97,5	97,998	-0,498	0,4981	0,0051
12	97,7	97,652	0,0476	0,0476	0,0005
				Сумма=	0,1256

$$\overline{E_t} = \frac{1}{n}\sum\frac{y_t - \widetilde{y_t}}{y_t}\cdot 100 = \frac{1}{12}\cdot 0{,}1256\cdot 100\% = 1{,}04\ \%.$$

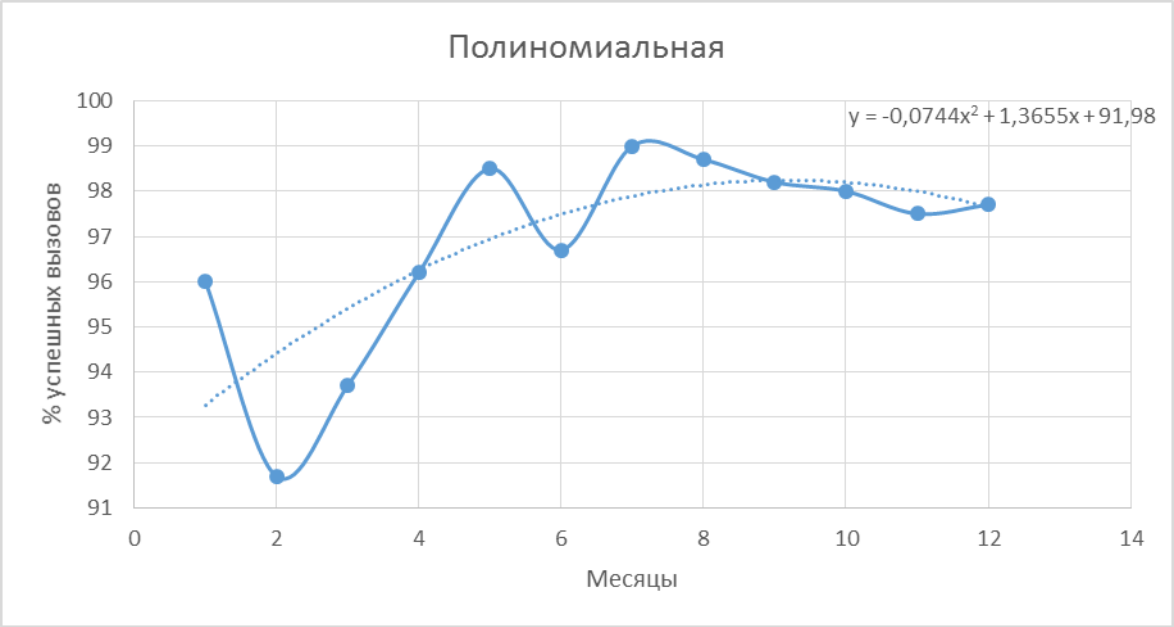


Рисунок 3.19 – Полиномиальная функция

Исходя из расчетов были получены ошибки прогноза для таких функций как линейная, логарифмическая, и полиномиальная, результаты указаны в таблице 3.15, 3.16.

Таблица 3.15 - Ошибка аппроксимации на 1-3 недели

Функция	$\overline{E_t}$
Линейная	1,52 %
Логарифмическая	1,43 %
Полиномиальная	1,15 %

Таблица 3.16- Ошибка аппроксимации на 1-3 месяца

Функция	$\overline{E_t}$
Линейная	1,33 %
Логарифмическая	1,25 %
Полиномиальная	1,04 %

Исходя из расчетов ошибки прогноза, наименьший показатель ошибки прогноза наблюдается также в полиномиальной функции, как и в предыдущем расчете. Поэтому перспективный прогноз проведем, используя полиномиальную функцию в течение 1-3 недель формула: $y = -0{,}004x^2+0{,}320x+92{,}59$. А для прогноза в течение 1-3 месяцев используем полиномиальную функцию формула $y = -0{,}074x^2+1{,}365x+91{,}98$.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

Темой дипломной проекта является статистический мониторинг и анализ сети телекоммуникаций. Так как работа имеет научно-исследовательский характер, специалисты в сфере мониторинга, будут находиться в помещении типа «операторской», в которой будут работать инженер и 4 человек, две женщины и двое мужчин. В помещении предоставляется 4 рабочих мест, с установленным на них принтером, монитором и компьютером. Всё оборудования устанавливаются в помещении длиной А = 10 м, шириной В= 6 м, высотой потолка Н = 4 м. Высота рабочей поверхности над уровнем пола 0,9 м, а окна начинаются с высоты 0,9 м, высота окон 1,9 м. В помещении будут размещены следующие телекоммуникационные оборудования такие как:

- рабочий телефон;
- персональный компьютер;
- клавиатура, мышь;
- письменные принадлежности;
- оргтехника (принтер, ксерокс).

Помимо этих другие оборудования в целях лучшей электробезопасности будут располагаться в отдельных комнатах. План размещения рабочего места показан на рисунке 4.1.

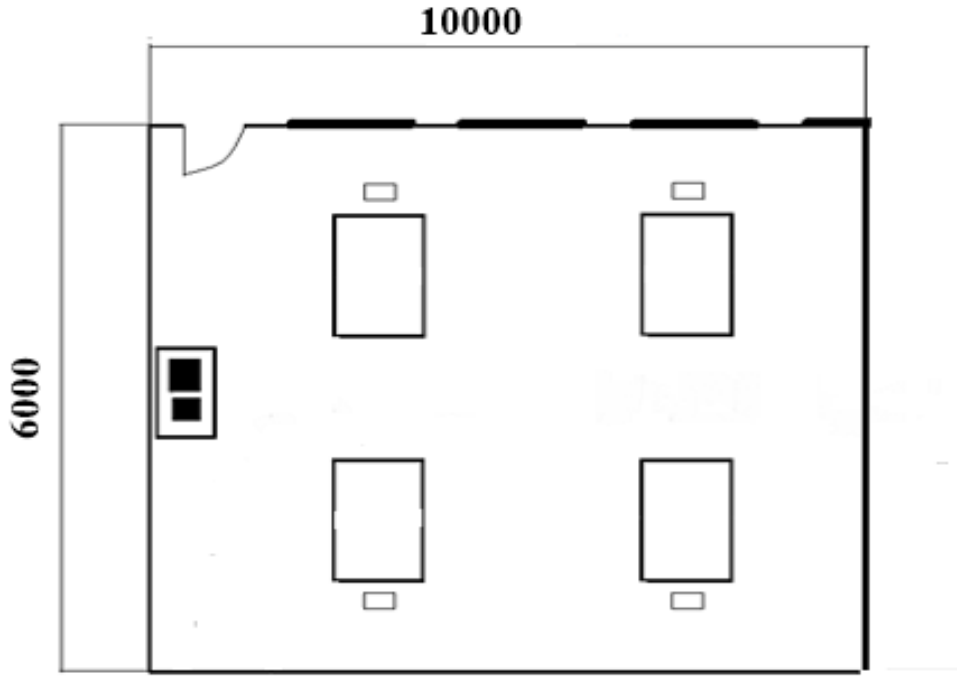


Рисунок 4.1 – План размещения рабочего места

Система стандартов безопасности труда «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» согласно ГОСТУ 12.1.005. -88, работа по тяжести на основании общих энергетических затрат организма, подразделяются на категории, чьи работы в помещениях производятся сидя, стоя, или ходьбой, сопровождающаяся некоторыми физическими напряжениями относятся к категориям Iб которая показана на таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Категория работ энергетических затрат организма

Категория работы	Энергетические затраты (ккал/час)	Характеристика работы
I б (легкая физическая работа)	от 120 до 150 ккал/час	Работа, производимая стоя, сидя, связанная с ходьбой или сопровождающаяся некоторыми физическими напряжениями.

В помещении операторского типа при выполнении работ, в зависимости от категории тяжести работ задаются такие параметры температуры воздуха (21-23 ^{0}С) это в связи с холодным периодом года, в теплый период года температура воздуха должна составлять (22-24^{0}С), а относительная влажность при этом (40-60%), и скорости движения (0,1 м/с) [32]. Показателями характеризующие микроклиматические условия в производственных закрытых помещениях, то есть микроклимат, являются: относительная влажность воздуха, температура воздуха, и скорость движения воздуха которая указана в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Показатели, характеризующие микроклиматические условия в производственных помещениях

Периоды года	Температуры воздуха	Относительная влажность воздуха	Скорость движения воздуха м/с
Холодный период года	21-23^0 С	40-60%	0,1 м/с
Теплый период года	22-24^0 С	40-60%	0,1 м/с

Работа специалистов в сфере мониторинга и операторов естественно связана с работой за компьютерами, а соответственно сталкиваются с дополнительными вредными воздействиями больших группы факторов, что

значительно уменьшает производительность их труда и что в последствие неблагоприятно скажется на здоровье. На специалистов в сфере мониторинга и операторов могут оказывать влияния опасных и вредных производственных факторов таких как:

– увеличенный уровень напряжения в электрических цепях, может привести в электротравмам операторов;

– увеличенный уровень напряженности магнитных и электрических полей в широком диапазоне частот (от таких вспомогательных приборов, силовых кабелей, осветительных установок и тому подобное);

– несоответствующие санитарным нормам параметров зрительных дисплеев (повышенный уровень прямой и отображенной блескости, нестабильность изображения, усиленная яркость освещенных изображений, усиленный уровень пульсации световых потоков и др.);

– уменьшенный или повышенный уровень освещенности;

– зрительные нагрузки глазных мышц, адинамия, т.е. малая подвижность при повышенном статическом зрительном напряжении;

– однообразность труда;

– из-за большого объема перерабатываемой и воспринимаемой информации, повышения умственного напряжения;

– нерациональная организация труда рабочего места (неудобные кресла и т.д.) что приводит к физическим перенапряжениям.

– ненадлежащие нормам параметров микроклимата;

Негативно влияет и не рациональное освещение. Поскольку работы ведутся круглосуточно и имеют на различных объектах разный характер зрительных работ. Освещение, в соответствии с нормами и правилами должны обеспечить равномерную яркость в поле зрения, отсутствие резких теней и блескости, постоянство по времени и правильность направления светового потока. Продуманная планировка рабочих мест позволяет существенно увеличить производительность труда и, как следствие, повысить прибыль компании. Для руководства крайне важно правильно разместить не только собственный рабочий стол, но и рабочие места подчиненных, так как от этого зависит ход работы в коллективе.

Очевидно, что для того чтобы учесть многие варианты и нежелательные аспекты поведения сотрудников во время работы, нужно продумать и предугадать много нюансов и тонкостей.

Для обеспечения высокого уровня безопасности и благоприятного условия труда используются технические, организационные, правовые, экономические методы и средства.

4.1.1 Организация рабочего места специалиста по мониторингу

Безопасность и производительность труда операторов обуславливается правильной организацией рабочего места. Рабочее место следует организовывать таким образом, чтобы был использован рациональный прием

работы при меньшем числе движений оператора и удобное обращение с обрабатываемым материалом.

Проблемы, возникающие у специалистов мониторинга часто встречающиеся из них это расстройства опорно-двигательного аппарата, а именно:

– сколиоз, нарушение осанки – поражение позвоночника;
– артроз, туннельный синдром – поражение лучезапястного сустава;
– варикозное расширение вен – нарушение сосудистой системы;
– «глазной синдром», «зрительный синдром» - ухудшение зрения.

Рабочие места специалистов мониторинга, работающие за компьютерами, должны составлять столы, кресла, подножки, которые могу пригодиться для сохранения рабочей позы в течении всего рабочего дня. Существуют специальные параметры, по которым организуют рабочие места, к примеру стол работника с ПК должен быть определенных размеров, чтобы на нем было удобно размещать монитор, системный блок, клавиатуру, мышь, подставку для документов, и место для ручных записей, должно быть минимум 70 см.

Необходимо иметь стол шириной 160 см, или минимум 120 см. А глубина стола должна составлять 90 см, причем минимальная глубина колеблется от 80-85 см. Когда используется стол с постоянной высотой, можно иметь с высотой 72 см. Эксперты в области эргономики на международной конференции по эргономика-гигиеническим проблемам отметили внимание на то, что невнимательное отсутствие к рабочему креслу и экономии на нём могут оберечь пользователя персонального компьютера на деформацию позвоночника и боли в поясничной области, причиняя дискомфорт и на сниженную трудоспособность.

При чем лучше отдавать свое предпочтение креслам с вращающимися колесами, которые смогут изменять свою высоту. Опорой к креслам служат колесики, и для стойкости следует выбирать не меньше 5. Чтобы кресло передвигалось, когда на нем сидят, стоит обращать на материл из которых он изготовлен. При каменном или плиточном полу желательно выбирать ролики из дерева или резины, а при ковровых покрытиях пола лучше выбирать металлические ролики или из других твердых материалов. Уровень сидения должен соответствовать высоте колен в положении стоя, а расстояние между рабочей поверхностью стола и поверхностью сидения не должна по высоте превосходить 22-30 см.

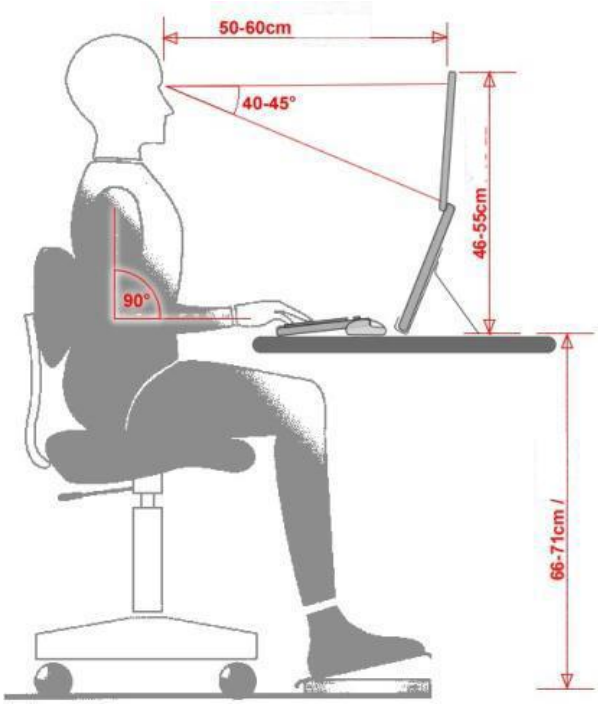


Рисунок 4.2 – Рабочее место специалиста по мониторингу

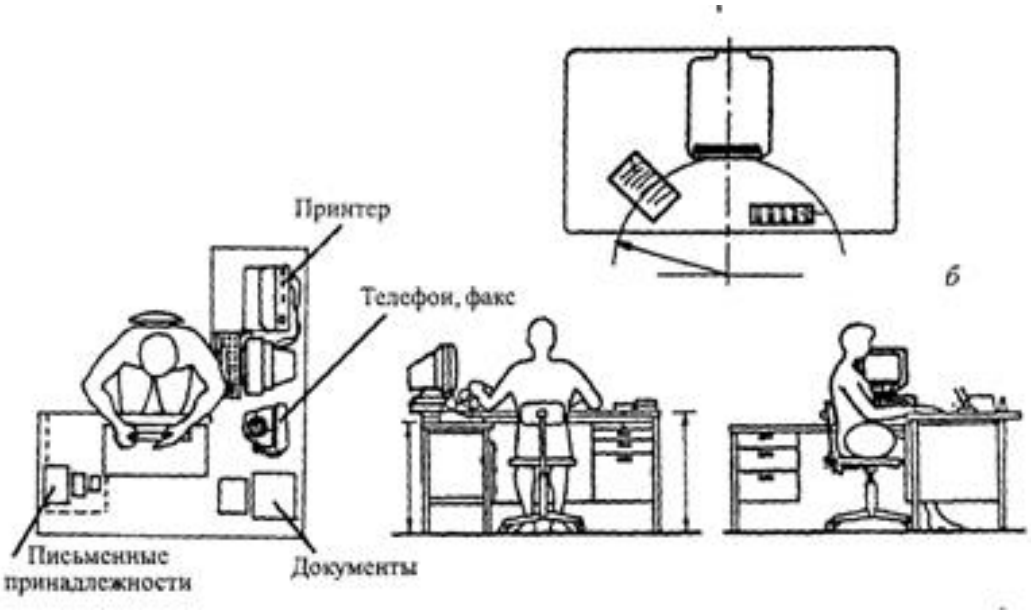


Рисунок 4.3 – Организация рабочего места оргтехникой

Какое бы не было удобное кресло, с него нужно периодический ставать. При проблемах утомления и проблем со здоровьем – нужны частые короткие перерывы, а работе, так же нужно делать изредка легкую гимнастику. Длительные работы за монитором вызывают проблемы со зрением. Чаще всего его это называют «компьютерный зрительный синдром» в сокращении КЗС. Иначе говоря, это не диагноз заболевания, а переутомление органов

зрения, которые в последствие сопровождаются различными расстройствами. К таким расстройствам относят: снижение резкости зрения, резь и жжение, избыточная чувствительность, слезотечение, ощущения песка в глазах.

В соответствии со статьей 317 Трудового кодекса, работодатель обязан создавать работникам необходимые условия по санитарно-гигиеническим условиям, путем проведения профилактики и замены производственных оборудований, также технологических процессов на более безопасные, принимать меры по предотвращению рисков на рабочих местах. Материальную основу представляет собой организация рабочего места, которое обеспечивает высокоэффективное использование оборудования и рабочую силу. Целью их использования являются высококачественные и быстрые выполнения работы в установленные сроки, на основе рабочего времени, использования оборудований, и создания комфортных условий труда, которые обеспечивают долгое сохранение работоспособности сотрудников. Важно очень точно и рационально организовывать свое рабочее место, гармонично и пропорционально указать все его элементы: это планировка, освещение, обслуживание, и конечно предоставления комфортных и благоприятных условий труда, для обеспечения максимальной производительности труда.

4.2 Технические решения для обеспечения безопасности жизнедеятельности

4.2.1 Мероприятия по устранению или снижению недостаточной освещенности рабочей зоны

Для расчета освещенности в помещении воспользуемся методом коэффициента использования. Рассчитаем освещение для операторного помещения длинной А = 10 м, шириной В = 6 м, высотой Н = 4 м с побеленными стенами, окнами с открытыми жалюзи, и светлым подвесным потолком.

Нормируемую освещённость следует выбирать для зрительной работы средней точности, она равна Е = 200 лк. Примем систему общего освещения люминесцентными лампами ЛД, мощностью 36 Вт, со световым потоком ФЛ = 2352 лм, диаметром 17 мм, длинной 1150 мм.

Светильники типа PRS/RP-420 примем как две лампы в светильнике от фирмы «Line», которые будут встроены в подвесные потолки. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола примем как; $\rho_{пот}$ = 70%, $\rho_{ст}$ = 50%, $\rho_{пол}$ = 20%.

Расчётная высота подвеса – рабочая поверхность будет находится на высоте $h_{рт}$= 0,9 метра от пола, высота свеса ламп – $h_{сл}$ = 0 метров, следовательно, $h = H \cdot (h_{рп} – h_{св})$;

$$h = 4 \cdot (0{,}9 - 0) = 2{,}5 \text{м}. \quad (4.1)$$

Подходящее расстояние между светильниками определяется как (λ= =1,2 ÷ 1,4)

$$L_a = \lambda \cdot h, \qquad (4.2)$$

$$L_a = 1{,}2 \cdot 2{,}5 = 3 \text{ м.}$$

При ширине зала B= 6 м определим число рядов светильников

$$n = B/L, \qquad (4.3)$$

$$n = 6/3 = 2.$$

Определяем индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{n \cdot (A+B)}, \qquad (4.4)$$

$$i = \frac{10 \cdot 6}{2 \cdot (10+6)} = 2.$$

Тогда коэффициент использования η_1=48%.

Коэффициент запаса для лабораторий, учебных помещений, и конструкторских бюро: $K_з$ = 1,6.

Необходимое количество светильников

$$N = \frac{E \cdot K_з \cdot S \cdot Z}{n \cdot Ф_л \cdot \eta_1}, \qquad (4.5)$$

где E - заданная минимальная освещенность;

$K_з$ - коэффициент запаса;

S - освещаемая площадь;

Z - неравномерность освещения (Z=1.1±1.2);

n - число ламп в светильнике;

Фл - световой поток лампы.

Подставим значения в формулу 4.5

$$N = \frac{200 \cdot 1{,}6 \cdot 45 \cdot 1{,}1}{2 \cdot 2352 \cdot 0{,}48} = 18 \text{ шт.}$$

Следовательно, из расчетов мы получили 18 светильников PRS RP-420. При длине одного светильника типа PRS RP-420 с двумя энергосберегающими лампами Ticino Limoux L 37W L=1.3 м, а ширине W=0.5 м, общая длина в один ряд которая составит

$$N \cdot W = 6 \cdot 0{,}5 = 2{,}5 \text{ м.}$$

$$d_w = (9-2{,}5)/10 = 0{,}67 \text{ м.}$$

$$N \cdot L = 3 \cdot 1{,}3 = 3{,}7 \text{ м.}$$

$$d_i = (5-3{,}7)/4 = 0{,}35 \text{ м.}$$

Подобным образом, разместим в один ряд по ширине три светильника с расстоянием между ними 0,36 метра и расстоянием от стены по 0,36 метра. И размещаем в один ряд по длине 7 светильников с расстоянием между ними 0,67 метра и расстоянием от стены по 0,67 метра. Для создания всей нормируемой освещённости 200 люкс необходимо 18 светильников PRS RP-420 с лампами мощностью 36 Вт. Схема размещения светильников изображена на рисунке 4.4.

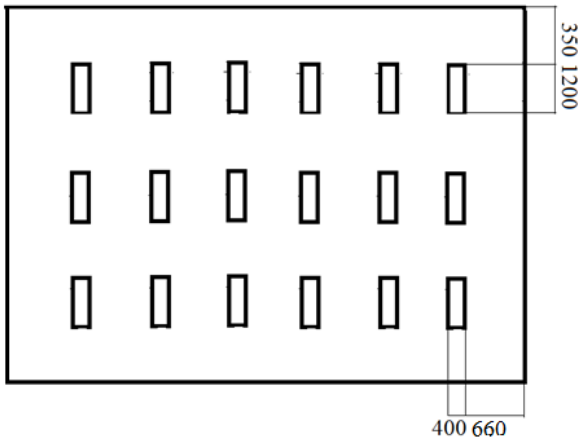


Рисунок 4.4 – Расположение светильников

4.2.2 Мероприятия по улучшению системы кондиционирования

В расчете систем кондиционирования нужно полагать что из производственных помещений необходимо будет избавиться от всех вредных факторов, а именно, пыли, избытков тепла, влаги и паров. Тепловые поступления в приемы тепло потерь в результатах разности температур.

Тепло поступающее в помещение в результате разности температур можно определить по формуле

$$Q_{ОРГ} = V_{пом} \cdot X_0 \cdot (t_{Нрасч} - t_{Врасч}), \quad (4.6)$$

где $V_{пом} = 9x5x3 = 135$ м^3 – объем помещения;

$X_0 = 0{,}42$ Вт/ (м$^{3 \cdot 0}$С) – удельная тепловая характеристика.

$t_{Нрасч} = 27{,}6^0$ - температура наружного воздуха рассчитывается за теплый период года;

$t_{Нрасч}$ = -10^0 - температура наружного воздуха рассчитывается за теплый период года;

$t_{Врасч}$ = 23^0 - расчетная внутренняя температура в теплое время года;

$t_{Врасч}$ = 16^0 является оптимальным, 23^0 допустимое значение - расчётная внутренняя температура для холодного периода года.

Следовательно, теплопоступления для тёплого периода года составляют

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

А теплопоступления для холодного периода года составят по формуле

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

4.2.3 Теплопоступление от людей

В офисе находятся 4 человек в летнее время года при температуре 24^0. При температуре 23^0 в положении сидя один мужчина выделяет явного тепла 79 Вт, а для женщин этот показатель составляет 67 Вт. Сотрудники офиса 2 мужчин и 2 женщин. Средняя температура в помещении зимой составляет 16^0 С, поэтому явным тепловыделением одного мужчины равно 109 ваттам, а женщин 93 ваттам. Исходя из этого, приведены расчеты тепловыделения людей

$$Q_Л = q_Я \cdot n \text{ - количество тепла от людей} \qquad (4.7)$$

где, $q_Я$ – тепловыделение, явное (Вт), (для 23◦С - 79 Вт, для 16◦С – 109 Вт);

$q_Я$ женщин составляет 85% $q_Я$ мужчин.

Летом QЛ=qЯ×n=2·79+2·67=292, Вт,

Зимой QЛ=qЯ×n=2·109+2·93=404, Вт.

Теплопоступление от оргтехники и осветительных приборов рассчитываются ниже.

Теплопоступление от ламп определяется по формуле

$$Q_{ОУ} = \eta \cdot N_{ОУ} \cdot F, \qquad (4.8)$$

Коэффициент переходов от электрической энергии в тепловые энергии для люминесцентных ламп: η=0.6-0.7.

Устанавливаемая мощность ламп

NОУ=10 Вт/м2

Площадь пола

$F_{ПОЛ}$=9·5=45 м^2

Тогда

$$Q_{ОСВ}=0.6\cdot 9\cdot 45=243 \text{ Вт.}$$

За счет находящейся в помещении оргтехники теплопритоки составляют в среднем 300 Вт это на один ПК, а для оргтехники в среднем составляем 50 Вт на один прибор

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

Значит общий баланс теплопоступления будет определяется следующей формулой

$$Q=Q_{ОГР}+Q_{РАД}+Q_{ЛЮД}+Q_{ОСВ}+Q_{ОБ}, \quad (4.9)$$

И равен для теплых периодов года

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

Для холодных периодов года

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

4.2.4 Теплонапряженность

Летний тепловой баланс так как больше зимнего теплового баланса то рассчитаем тепловую напряженность воздуха по формуле

$$Q_н = \frac{Q_{изблето}\cdot 860}{V_{пом}} = \frac{2{,}141\cdot 860}{518{,}4} = 3{,}55\frac{ккал}{м^3}$$

При Н Q >20ккал/м3, t =8 °С,
При Н Q <20ккал/м3, t =6 °С.
Расчет количества воздуха, необходимое для поступления в помещение

$$L = \frac{Q_{изб}\cdot 860}{c\cdot \Delta t\cdot \gamma} = \frac{2{,}141\cdot 860}{0{,}24\cdot 1{,}204} = 1062\frac{м^3}{ч}.$$

Определение кратности воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_{пом}} = \frac{1062}{135} = 7{,}9\ час^{-1}.$$

Выводы по БЖД**:** Только правильное соблюдение требований и мероприятий по оптимизации условий труда оператора связи позволяет сохранить не только нормальную работоспособность, но и самое главное – здоровье.

При правильном соблюдении требований и мероприятий по оптимизации условий труда оператора связи, позволит повысить не только нормальную работоспособность, но и самое главное здоровье. Все разработанные мероприятия по оптимизации условий труда операторов связи, предназначены для устранения неблагоприятных воздействий на человека опасных и вредны факторов, работающие с персональными компьютерами. В дипломном проекте раздела БЖД был произведен подробный анализ условия труда на производственном предприятии. Были обнаружены основные вредные и опасные факторы, которым подвергаются работники предприятия в процессе трудовой деятельности, приведен план по размещению оборудования на рабочем месте.

Для благоприятной работы персонала в операторской, при расчете устранения недостаточной освещенности рабочего места были расположены в один ряд по ширине три светильника с расстоянием между ними 0,36 метра и расстоянием от стен по 0,36 метра, в один ряд по длине 7 светильников, с расстоянием также между ними 0,6 метра и 0,67 метра расстоянием от стен.

5 Бизнес – план

5.1 Резюме

В связи с тем, что дипломный проект носит научно-исследовательский характер, будем рассчитывать затраты на проведения научно-исследовательских работ, темой дипломного проекта является мониторинг и анализ сети телекоммуникаций. Существует большое количество программных обеспечений и даже простых программ, основанных на мониторинг сети, что в свою очередь помогает вывалять в работе неполадки, связанные с сетью. Работа, связанная с обработками данных, или сбора статистики все это может осуществлять одна программа. Целью этой программы является быстрое и своевременное обнаружение проблем, которое в свою очередь является главным критерием при выборе программ. Программа оснащена функциями, одна из которых оповещение администратора об ошибках в данных сетях. В данном бизнес-плане будут рассчитаны расходы, относящиеся к работе научно-исследовательского характера, а именно заработная плата персонала, участвующая в работе, расходы на самое программное обеспечение, расходы на отчисления амортизаций, пенсионные выплаты и так далее. Сеть — это источник жизненной силы любого бизнеса, в связи с этим постоянный мониторинг и контроль работы сети имеет важное значение.

Проблемы в функционировании и работе сети заметно ухудшают качество обслуживания пользователей, что в свою очередь приводит к

неудовлетворенности и переходу к более качественным услугам, которое порождает недовольство, и убытки у компаний, предоставляющих данные услуги. Поэтому чрезвычайно важно, находить, диагностировать и решать возникающие проблемы как можно быстро. Мониторинг – это процесс основных данных по сетевому функционированию: а именно статистика сведений количества трафика в сети, пакетов, разных протоколов, статистика состояний портов концентратора, маршрутизатора, концентратора и тому подобное. К анализу можно отнести процесс, в котором на этапе мониторинга информации происходит обработка результатов, полученных ранее, процесс предоставления причин замедленной и ненадёжной работы сети. Задачами мониторинга справляются аппаратные измерители, программные сетевые анализатора, тестеры, встроенные средства мониторинга устройств коммуникаций. Анализ задач требует более активного участия человека и использование таких сложных инструментов, системы экспертного анализа, который присутствует в практическом опыте специалистов сети. Мониторинг сети необходимо не только в случае каких-либо проблем, но и в качестве профилактической меры для обеспечения бесперебойной и надежной работы системы [33]. Компании предоставляющие свои услуги нацелены на полном контроле работоспособности своих сетей.

При мониторинге проводится сбор и анализ информации об объемах трафика, потребления высокой полосы пропускания трафика, задержки сетей и приложений. Эта информация помогает идентифицировать компоненты узлов, которые больше всего перегружают сеть, устраняя проблемы в работе приложений. Одной из первых задач, которые необходимо решить с помощью мониторинга сети - должно быть, уменьшение времени простоя. Это предполагает в свою очередь такие очевидные действия, как оперативная реакция на повреждения ИТ-структуры компаний, на смену обнаружения повреждений другими пользователями. Кроме того, мониторинг сети включает в себя отслеживание симптомов до этого вопроса и принятие профилактических мер, прежде чем эти симптомы повлияют на выход из строя оборудований. Задачи, решаемые с помощью мониторинга сети, включают в себя следующее:

– Снижение эксплуатационных расходов в области ИТ, для защиты доходов пользователей. Централизованная система мониторинга позволяет заранее предупредить о возникающих проблемах, вместо реагирования на возникающие проблема. Каждое такое предвидение позволяет значительно снизить затраты на возникшее время простоя оборудования;

– Повышение производительности работы, что в свою очередь повышает работу ИТ-персонала. Благодаря этому сотрудником не придется заниматься рутинными задачами, а представится возможность занятия решением реальных задач;

– Помощь в улучшении пропускной способности сети. Если сеть работает на пределе возможностей централизованного мониторинга облегчает идентификацию узких мест и позволяет разработать план его модернизации;

– Контроль соответствующего уровня обслуживания пользователей. Помогает ИТ-организациям проверить открытость сервиса в режиме реального времени за прошлые периоды времени. Позволяет использовать эту информацию для проверки соответствия уровня обслуживания при условии, что уровень обслуживания, обеспечивает, пользователю гарантированное использование приложений в целом.

Создано множество программ и программных обеспечений для того чтобы облегчить работу специалиста, а также в использование таких программ существенно уменьшает количество работников в данных фирмах, что приводит к значительной экономии денежных средств фирмы.

Мониторинг позволяет лучше понять, как работает система, она является одним из наиболее важных элементов процесса, для обеспечения хорошего качество обслуживания. Некоторые из наиболее распространенных сценариев, сбора данных мониторинга следующие:

– Поддержание эффективности работы системы. Отслеживание системы мониторинга и элементов его компонента. Поддержание определенного уровня производительности, чтобы обеспечить отсутствие сильного снижения пропускной способности системы с увеличением нагрузки.

– Предоставление, о том, что система отвечает всем соглашения об уровне обслуживания, подписанных клиентами.

– Защита конфиденциальности и безопасности системы, пользователей и их данных.

Трассировка операции, выполняемые в целях проверки или для удовлетворения нормативных требований.

Система ежедневного мониторинга использования для выявления тенденций, которые, в отсутствие своевременных мер могут вызвать проблемы. Мониторинг возникающих вопросов в рамках всего цикла - от начального анализа возможных причин доклада исправления, сделанные последующим обновлением программного обеспечения и развертывания.

5.2 Трудовые ресурсы, используемые в работе

В работе будут задействованы:

– Инженеры-руководители – которые занимаются постановкой проблемы, контролем исполнения испытаний;

– Разработчики – которые разрабатывают алгоритмы, проводя сбор статистики, и проводящие также мониторинг и анализ сети телекоммуникаций, выполнение расчётов.

Число работников будут определяться в каждых пунктах. На место сотрудников будет проводиться отбор, и в результате собеседований, будет выбран персонал.

Ниже будут рассматриваться сотрудники и их заработные платы, задействованные в проекте.

Поскольку работа носит научно-исследовательский характер, и заключает в себе в основном интеллектуальный труд, необходимо будет рассчитать затраты на научно-исследовательскую работу. Для которого нам надо рассчитать амортизационную стоимость имеющих оборудований, а также заработной платы персонала, принимавших участие в разработках.

5.3 Расчёт себестоимости работы по разработке и проектировании

При выполнении научно-исследовательской работы себестоимость складывается из следующих затрат:

– Заработной платы основных разработчиков (те, которые принимают участие в разработке);
– Дополнительная заработная плата;
– ФОТ (фонд оплаты труда);
– Социальный налог, отчисления из фонда оплаты труда (11%);
– Отчисления по амортизации;
– Арендная плата, включающая коммунальные платежи;
– Затрата на лицензию и сертификат (в случае если это программный продукт);
– Коэффициент накладных расходов;

Следовательно, затраты на разработку данного программного продукта определим по формуле

$$С = ФОТ + О_С + А + З_Э + С_{ПР} + Н, \quad (5.1)$$

где ФОТ- это фонд оплаты труда;

$О_С$ – социальный налог;

А – отчисления по амортизации;

$З_Э$ – затраты на электричество;

$С_{ПР}$ – прочие расходы;

Н – накладные расходы.

Накладные затраты будем определять в размере 70% от всех затрат по формуле

$$Н = (ФОТ + С_Н + А + З_{Э+} С_{ПР}) \cdot 0,7 \quad (5.2)$$

Определим ФОТ (фонд оплаты труда) по формуле

$$ФОТ = З_{ОСН} + З_{ДОП}, \quad (5.3)$$

где $З_{ОСН}$ - основная заработная плата, в тенге;

$З_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата, в тенге;

Дополнительная заработная плата (начисление премии) составляет 10% от основной заработной платы, персональных надбавок и рассчитывается по формуле

$$З_{ДОП} = З_{ОСН} \cdot З_{ДОП}/100, \quad (5.4)$$

где $З_{ОСН}$– основная заработная плата, тенге;

$З_{ДОП.}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, тенге.

ПО - пенсионные отчисления, составляют 10% от фонда заработной платы, которые не облагаются социальным налогом, высчитывается по формуле

$$ПО = ФОТ\ 10\%, \quad (5.5)$$

где *ПО* - пенсионные отчисления, которые составляют 10% от ФОТ.

Социальный налог рассчитывают, как 11% от доходов труда всех работников (от ФОТ) за вычетом пенсионных отчислений определяется по формуле

$$Н_С = (ФОТ\text{-}ПО)\ 11\%, \quad (5.6)$$

Амортизация оборудования связи представляют собой 25% от стоимости всего оборудования, рассчитать по формуле

$$А = \frac{С_п \cdot Н_а \cdot Т_{мес}}{100}, \quad (5.7)$$

$$А_{дней} = \frac{А}{12},$$

где $Н_а$ – годовая норма амортизации, %;

$С_п$ – первоначальная стоимость оборудования, тенге;

$Т_{мес}$ – трудоемкость разработки программы, дней;

12 – количество календарных дней в рабочем месяце.

Затраты на обслуживание и организации производства.

К этому можно отнести стоимость электроэнергии, потребляемой компьютером во время работы. Поэтому необходимо рассчитать затраты на электроэнергию.

Таблица 5.1 – Затраты на электроэнергию

Вид оборудования	Мощность, кВт	Стоимость, 1 кВт/час	Время работы оборудования, $T_{ож}$ час	Сумма затрат, тенге.
ПК	0,4	12,67	312,4	325,47
Итого	-	-	-	325,47

В таблице 5.1 выполнены расчеты по затрате ресурсов на электроэнергию по формуле

$$\text{Сумма затрат} = (M \cdot C) \cdot T, \quad (5.8)$$

где M – Мощность, кВт;
C – Стоимость, 1 кВт/час;
T – Время работы оборудования, $T_{ож}$ час.

5.4 Расчёт заработной платы инженера

В первую очередь нам необходимо рассчитать заработную плату каждого работника в течение одного рабочего дня – для этого необходимо ежемесячный оклад работника разделить на количество рабочих дней (то есть 22 дня – пятидневная рабочая неделя).

Руководитель: $Z = \frac{150000}{22} = 6818$ тенге/ день.

Разработчик: $Z = \frac{90000}{22} = 4100$ тенге/день.

Для расчета заработной платы в течение часа, необходимо зарплату работника, разделить на количество часов рабочих дней, в нашем случае 6 часов.

Руководитель: $Z = \frac{6818}{6} = 1136$ тенге/час.

Разработчик: $Z = \frac{4100}{6} = 683$ тенге/час.

5.5 Расчёт амортизационных отчислений

Таблица 5.2 – Заработная плата персонала, задействованных в работе

Наименование Содержание работ	Исполнитель	Трудоемкость, норма –	Заработная плата за час работы, тг	Сумма заработной платы в день, тг	Сумма заработной платы в
Постановка задачи Предварительная обработка данных	Руководитель	6	1136	6818	149996
Обсуждение результатов исследований					
Проведение исследований Представление исследовательской работы	Разработчик	6	683	4100	90200
Итого:	240196				

Расчет заработной платы каждого работника в течение часа по каждой проведенной работе, мы можем получить итоговую заработную плату, то есть, сумма заработной платы всех работников, участвующих в разработке каждого пункта выполняемой работы, указанных в таблице 5.3.

$$З_{ОСН} = 240196 \text{ тыс. тг.}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату

$$З_{ДОП} = 240196 \cdot 0,1 = 24019 \text{ тыс. тг.}$$

Вычисляем фонд оплаты труда (ФОТ)

$$ФОТ = 240196+24019 = 264215 \text{ тыс. тг.}$$

Вычисляем размер пенсионных отчислений

$$ПО = 264215 \cdot 0,1 = 26421 \text{ тыс. тг.}$$

Вычисляем размер пенсионных отчислений

$$C_Н = (264215 – 26421) \cdot 0,11 = 26157.$$

5.5 Расчёт амортизационных отчислений

Таблица 5.3 – Расходы на оборудование и реализацию проекта

Наименование оборудования	Первоначальная стоимость, тенге	Количество дней на выполнение работ	Норма амортизации %
ПК	160000	22	25%
Программа Мониторинг	65000	22	25%
Бумаги для принтеров	1800	22	25%
Программа для расчетов	30000	22	25%
Операционная система	28000	22	25%
Дополнит. расходы	15000	22	25%
Итого	299800		

Рассчитаем отчисления по амортизации используемых оборудований по таблице 5.5

$$A_1 = \frac{25 \cdot 160000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 2444 \text{ тенге.}$$

$$A_2 = \frac{25 \cdot 65000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 993 \text{ тенге.}$$

$$A_3 = \frac{25 \cdot 1800 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 28 \text{ тенге.}$$

$$A_4 = \frac{25 \cdot 30000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 458 \text{ тенге.}$$

$$A_5 = \frac{25 \cdot 28000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 427 \text{ тенге.}$$

$$A_6 = \frac{25 \cdot 15000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 230 \text{ тенге.}$$

5.6 Расчёт затрат на электроэнергию

Расходы на электроэнергию можно определить, как величину затрат на первостепенное оборудование.

Таблица 5.4– Затраты на электроэнергию

Вид оборудования	Мощность, кВт	Стоимость, 1 кВт/час	Время работы оборудования, $T_{ож}$ час	Сумма затрат, тенге.
ПК	0,9	12,67	120	1368
Итого	-	-	-	1368

В таблице 5.6 выполнены расчеты по затрате ресурсов на электроэнергию по формуле

$$C_з = (M \cdot C) \cdot T, \tag{5.9}$$

где М – Мощность электроэнергии, кВт;

С - Стоимость, 1 кВт/час;

Т - Время работы оборудования, $T_{ож}$ час.

5.7 Расчёт накладных и прочих расходов

Прочие расходы: расход на использовании интернета – 6800 тенге;

Накладные расходы на разработку программного продукта примем в размере 25% от суммы затрат

$$H = (264215 + 26157 + 4580 + 1368 + 6800) \cdot 0{,}25 = 75780 \text{ тенге.}$$

Далее определим стоимость расходов перечисленных пунктов

$$C = 264215 + 26157 + 4580 + 6800 + 75780) = 378900 \text{ тыс. тенге.}$$

Смета затрат по всем перечисленным пунктам представлена в таблице 5.5.

5.7.1 Структура затрат

Подсчитаем стоимость по всем пунктам затрат и определим структуру затрат

Таблица 5.5 – Стоимость разработки по всем пунктам затрат

Наименование затрат	Сумма, в тенге	Структура затрат, %
1	2	3
ФОТ	264215	70

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3
Отчисления на социальные нужды	26157	7
Амортизационные отчисления	4580	1
Затраты на электричество	1368	0.5
Прочие расходы	6800	1,5
Накладные расходы	75780	20
ИТОГО:	378900	100

Рисунок 5.1 – Структура затрат в процентах

5.8 Расчет цены программного продукта в научно-исследовательской работе

Работа по приему и передаче информации, которая требует активизации мышления, внимания, памяти, сочетает в себе умственную работу. Умственная работа состоит из дополнительных часов и анализа большого количества различной информации.

Развитие социальной работы на современном этапе его интеллектуализация, которая должна увеличить долю людей, занимающихся умственным трудом, повышения ценности интеллектуального труда в обществе. Во многих областях современного производства интеллектуальная работа играет важную роль.

Цена реализации программных продуктов определяется стоимостью и прибылью

$$Ц_{пп} = С + П, \quad (5.10)$$

где, С – стоимость продукта;
П – чистый доход.

При расчете начальной цены установим желаемый процент рентабельности (40%) для реализации программного продукта

$$Ц_п = С\ (1 + Р / 100), \quad (5.11)$$

где Р - доля рентабельности (40%).

$$Ц_П = 378900 \cdot (1+40/100) = 530460 \text{ тыс. тенге.}$$

Далее определим цену реализации готового программного продукта

$$Ц_Р = Ц_П + НДС, \quad (5.12)$$

Так как размер НДС составляет 12 %, следовательно

$$НДС = Ц_П \cdot 0{,}12 \quad (5.13)$$

$$НДС = 530460 \cdot 0{,}12 = 63655 \text{ тыс. тенге.}$$

Из этого следует

$$Ц_Р = 530460 + 63655 = 594115 \text{ тыс. тенге.}$$

Вывод: В результате расчётов экономической части, были рассчитаны расходы. В расчётах был составлен список работ по созданию программного продукта, где учитывалось количество часов при выполнении тех или иных работ, после был получен фонд оплаты труда (ФОТ). А также были рассчитаны расходы на: электричество, потребляемое персональным компьютером, амортизационные отчисления, отчисления на социальные нужды, прочие нужды, и смена затрат по каждым пунктам. Проанализировав исходные данные, можно смело утверждать, что данная разработка считается приемлемой по цене. Стоимость её реализации составит 594115 тыс. тенге. Данная программа может быть использована организациями где требуется систематический мониторинг и анализ сети телекоммуникаций, а также может быть использована организациями где просто может потребоваться систематический контроль за состоянием сети. В связи с расширением и многообразием сетей, данная программа облегчит работу с неисправностью сетей, и автоматически выявит инженеру данные неполадки в сети.

Заключение

В данном дипломном проекте был произведен анализ тенденций развития в области связи и телекоммуникации, и отмечены главные перспективы его предстоящего развития. Кроме того, раскрыты возникающие в сфере телекоммуникации проблемы. Развитие технологий телекоммуникаций является стратегическим направлением развития экономики страны сегодня в целом. Высокоскоростной доступ в Интернет, мобильная связь 4G, цифровое и электронное обслуживание - являются необходимыми компонентами конкурентных преимуществ страны и строительства на её территории информационного общество. Следовательно, можно сделать вывод, что и бизнес, и правительство ставят перед собой общие цели, направленные на развитие услуг телекоммуникаций. Меры государственной поддержки, инвестиционных и инновационных проектов телекоммуникационных компаний, позволит стране приблизиться к наиболее важным показателям отрасли в мире

Мониторинг сети — это неотъемлемая часть любых предприятий, предоставляющие различные услуги связи. Вследствие чего мониторинг сети нужно проводить каждые 2-3 года, чтобы следить за показателями качества предоставленных услуг. В век инноваций все больше внимание уделяется такому показателю как качество предоставляемых услуг, потребитель желает имеет высокую скорость передачи данных, видео, изображений, и исходя их этого операторам мобильной связи стоит обращать на это большое внимание

В дипломном проекте была исследована статистика процента успешных голосовых вызовов, собранная по результатам работы одного из операторов мобильной связи города Алматы. Был произведен анализ оценки самоподобия временного ряда процента успешных вызовов, был рассчитан параметр Хёрста. В результате исследования временного ряда процента успешных вызовов было выяснено, что ряд обладает свойством самоподобия, коэффициент Хёрста составил 0,747. Было также проведено прогнозирование числа успешных вызовов с горизонтом прогноза три недели для данных, собранных еженедельно и три месяца для уровней ряда, рассчитанных в среднем за месяц. Известные результаты прогнозирования в последствии облегчат работу операторам связи при управлении сетью. В разделе безопасность жизнедеятельности был произведен расчет искусственного освещения также представлен расчет кондиционирования, приведен план размещения оборудования и рабочих мест. В экономической части дипломного проекта был рассмотрен бизнес-план, в котором были рассчитаны расходы программного продукта в научно-исследовательской работе.

Список литературы

1 Перспективы развития информационно-телекоммуникационных систем [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://telecomm. yomu.ru/Page9.html. (Дата обращения 16.02.2016).

2 Токмин К.В. Развитие рынка телекоммуникационных услуг. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Москва – 2010 г., 21 с.

3 Олифер В.Г., Н.А. Олифер Основы сете передачи данных. Курс лекций. Конвергенция телекоммуникационных сетей. Москва – 2003 г.

4 Олифер В.Г., Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 4-е издание. Питер, 2010 г., 163 с.

5 Развитие и оптимизация телекоммуникационных сетей [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.secuteck.ru/articles2/inegr_sistemy/ razvitie-i-optimizatsiya-telekommunikatsionnyh-setey/. (Дата обращения 24.02.16).

6 Скуратов А.К. Статистический мониторинг и анализ телекоммуникационные сетей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени технических наук. Москва – 2007 г., 91 с.

7 Эд Уилсон. 'Мониторинг и анализ сетей. Методы выявления неисправностей 2000 г.-125с.

8 Корнелл П. Анализ данных в телекоммуникациях. Учебное пособие;

9 Аннабель З.Додд. Мир телекоммуникаций. Обзор технологий и отрасли. – М ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002.

10 Украинцев Ю.Д., Цветов М.А. История связи и перспективы развития телекоммуникаций. Учебное пособие. Ульяновск, 2009 г. 60 с.

11 Сухомлин В.А. Современные информационные технологии и ИТ-образование. Учебно-методическое пособие. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2011 г. 87 с.

12 Бэрри Нанс «Компьютерные сети» -М.: Бином, 2008 г.

Мардер Н.С – Современные телекоммуникации 2006 г.

13 Петров В.В. Структура телетрафика и алгоритм обеспечения качества обслуживания при влиянии эффекта самоподобия. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва, 2004, 199 с.

14 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети 3-издание. Принципы, технологии, протоколы 2006 г;.

15 Д.О. Сторожук – Методы и алгоритмы для систем мониторинга локальных сетей/ М, 2008 г., 121 с.

16 Основы экономического и социального прогнозирования/ Под ред. В.Н. Мосина, Д.М. Крука. М. Высшая школа, 1985;

17 С. А. Курицын – Телекоммуникационные технологии и системы 2008 г.

18 М.П. Строганов, М.А. Щербаков – Информационные сети и телекоммуникации, 2009 г.

19 О.В. Кухмалев, Л.А. Марыкова, А.П. Крыжановский, В.В, Гордиенко – Основы построения телекоммуникационных систем и сетей, 3-е издание, 2011 г.

20 В.В. Бабков, П.В. Полынцев, В.И. Устюжанин - Качество услуг мобильной связи. Оценка, контроль, управление, 2012 г.

21 Н.А. Князева, А.С. Кальченко. Оценка качества услуг связи с позиции удовлетворенности потребителей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://scaspee.com/6/post/2013/07/estimation-of-the-quality-of-communication-services-in-terms-of-customer-satisfaction-n-kniasieva-a-kalchenko.html. (Дата обращения 30.02.16).

21 Г.Г. Яновский, Н.А. Соколов, В.С. Гольдштейн – Сети связи, 2010 г.

22 С.А. Макаров, Н.О. Певцов, Е.М. Попов – Телекоммуникационные технологии. Введение в технологию GSM, 2-ое издание, 2011 г.

23 Бабков А., Цикин Н., - Сотовые системы мобильной связи, 2-ое издание, 2013 г.

24 Л.Н. Гаврилов, С.П. Соколов – Мобильные телекоммуникации в электронной коммерции и бизнесе, 2013 г.

25 К.Е. Самуйлов, И.А Шалимов, Д.С. Кулябов – Сети и системы информации: Телекоммуникационные сети. Учебник и практикум, 2015 г.

26 А.С. Берлин – Сотовые системы связи, 2011 г.

27 А.В. Печаткин – Системы мобильной связи (1-часть). Принципы организации, функционирования и частотного планирования систем мобильной связи, 2008 г.

28 В.В. Петров – Структура телетрафика и алгоритм обеспечения качества обслуживания при влиянии эффекта самоподобия. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2004 г., - 27 с.

29 Д.В. Чеботарёва, В.М. Безрук – Многокритериальная оптимизация проектных решений при планировании сотовых сетей мобильной связи, 2013 г., - 22 с.

30 О.И. Сидорова. Математические модели трафика в современных телекоммуникационных системах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Тверь, 2009 г. 8 с.

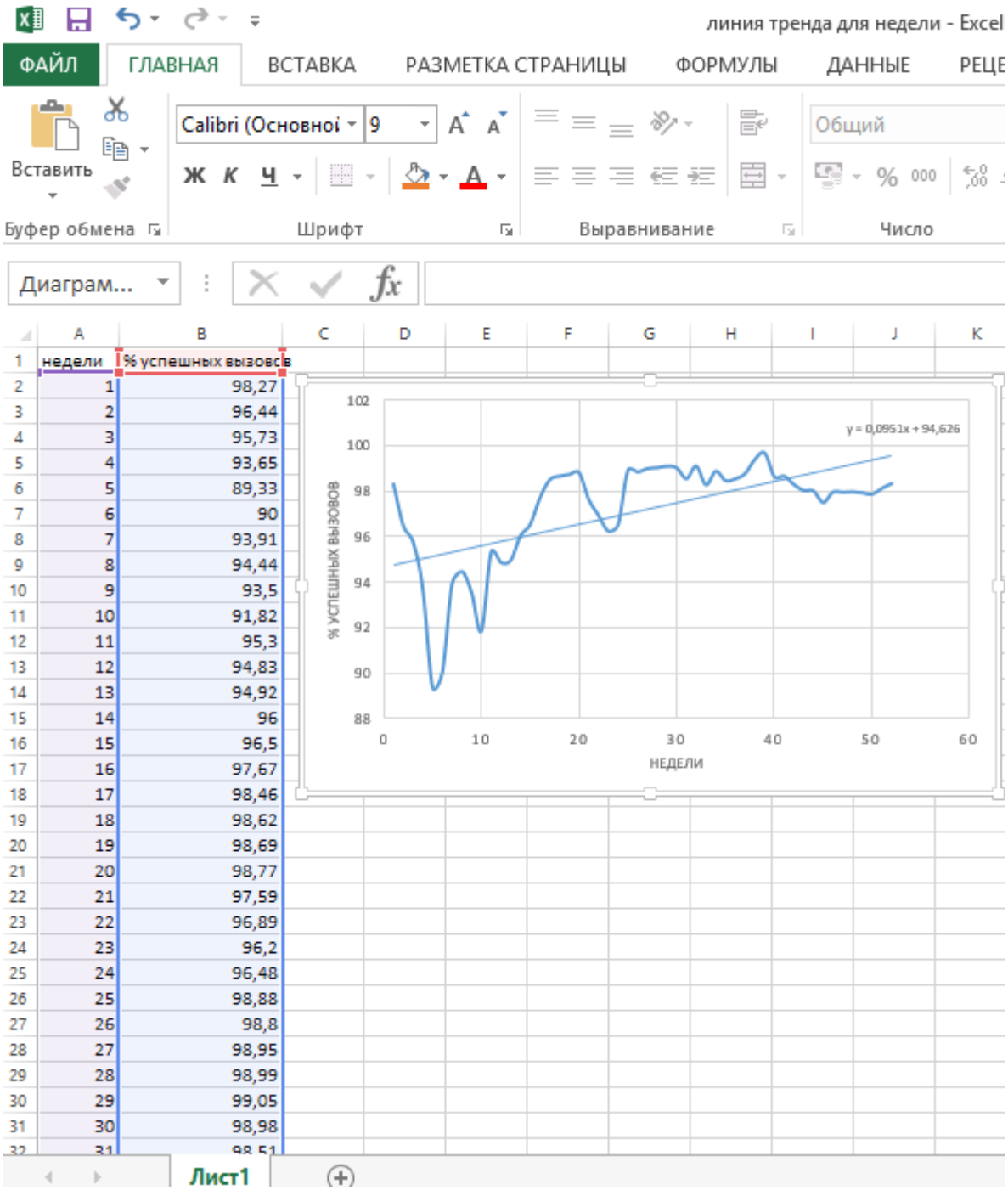
31 Производительность сети [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ru.knowledgr.com/00878115/ (Дата обращения 18.03.16).

32 Абдимуратов Ж. С., Мананбаева С. Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела Расчет производственного освещения в выпускных работах для всех специальностей. – Алматы: АУЭС, 2013. – 20 с

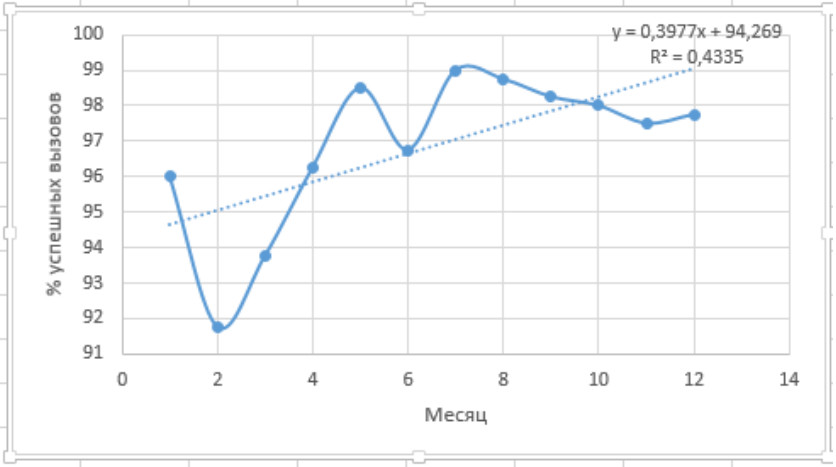
33 Расчет затрат на исследование научно-исследовательской работы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://vunivere.ru/work67402. (Дата обращения 20.04.16).

Приложение А

Построение линии тренда



недели	% успешных вызовов
1	98,27
2	96,44
3	95,73
4	93,65
5	89,33
6	90
7	93,91
8	94,44
9	93,5
10	91,82
11	95,3
12	94,83
13	94,92
14	96
15	96,5
16	97,67
17	98,46
18	98,62
19	98,69
20	98,77
21	97,59
22	96,89
23	96,2
24	96,48
25	98,88
26	98,8
27	98,95
28	98,99
29	99,05
30	98,98
31	98,51

Продолжение приложения А

Месяц	% успешных вызовов
1	96
2	91,75
3	93,75
4	96,25
5	98,5
6	96,75
7	99
8	98,75
9	98,25
10	98
11	97,5
12	97,75