

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Автоматической электросвязи

Специальность 6М071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Допущен к защите

Зав. кафедрой Чежимбаева К.С.

« _____ » _____ 20__ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема: Краткосрочное прогнозирование входящего трафика Call-центра

Магистрант Ишанова С.

Руководитель диссертации Лещинская Э.М.

Оппонент Хачикян В.С

Консультант по ВТ Туманбаева К.Х.

Нормоконтроль Абиров Ж.С.

Алматы 2014г.

Содержание	7
1 Современное состояние исследований трафика информационно-технического центра	8
1.1.1 Основные задачи и функции Call-центра	8
1.1.2 Структурная организация Call-центра	9
1.1.3 Преимущества использования Call-центра	12
1.1.4 Статистические данные Call-центра	13
1.2 Анализ входящего трафика	15
1.2.1 Анализ неравномерности по часам сутки	15
1.2.2 Анализ неравномерности по дням недели	16
1.3 Постановка задачи исследования	18
2 Существующие методы прогнозирования одномерных временных рядов	19
2.1 Классификация методов и зависимости от периода прогнозирования	19
2.2 Методы краткосрочного прогнозирования	23
2.3.1 Метод экстраполяции тренда	
2.3.2 Метод экспоненциального сглаживания	27
2.3.3 Метод скользящей средней	29
Вывод главе 2	33
3 Прогнозирование трафика информационно-технического центра	37
3.1 Оценка стационарности трафика	39
3.2 Прогнозирование методом экстраполяции тренда за январь и февраль	41
3.3 Прогнозирование методом скользящей средней	44
3.4 Прогнозирование методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности	47
3.5 Прогноз трафика на конкретный день недели	51
3.6 Оценка точности прогноза и выбор наилучшего метода	56
Выводы главе 3	57
Заключение	
Список сокращений	
Список литературы	

Аңдатпа

Бұл магистірлік диссертацияның максаты Call-центр кіріс трафигін зерттеуболып табылады.

Диссертациялық жұмыста кіріс трафигін анализдеу, болжамдау әдісіне анализ жүргизилип, трафиктің болжамдау бағасы пайдаланып, әртүрлі әдістермен есептелді. Нақты болжамды қамтамасыз ететін қысқа мерзімді болжамдау әдісі таңдалынды.

«Қазақтелеком»АҚ call-центр абоненттері үшін кіріс трафиктеріне болжаулықесептеулер жүргізілді.

Аннотация

Данная магистерская диссертация посвящена исследованию входящего трафика Call-центра.

В работе освещены проблемы анализа входящего трафика, проведен анализ методов краткосрочного прогнозирования, рассчитаны прогнозные оценки трафика. Выбран метод прогнозирования, обеспечивающий наибольшую точность краткосрочного прогноза.

Выполнено исследование входящего трафика Call-центра ГЦТ Алматытелеком.

Введение

За последние годы многие компании Казахстана ощутили необходимость call - центров в связи с ужесточением конкуренции и повышением требований к сервису, предоставляемому этими компаниями. Данные статистического опроса, представленные на сайте Казахстанской ассоциации call – центров (КАСЦ), свидетельствуют о недостаточном уровне качества обслуживания абонентов . При росте нагрузки и увеличении видов трафика, поступающих в call – центры проблемы обеспечения качества обслуживания будут усложнены.

Сегодня существенно выросли требования в части обслуживания потоков входящих вызовов и совершенствования алгоритмов распределения вызовов. Прикладное программное обеспечение (ПО) Call-центра должно иметь возможность гибко управлять длиной очередей, в зависимости от различных критериев перенаправляя поступающие вызовы в ту или иную очередь, или переадресуя их на автоинформационный сервер. Должен обеспечиваться динамический анализ длины очередей и соответствующая индикация управляющему персоналу Call-центра.

Актуальность магистерской диссертации: Число вызовов, поступающих в Call-центр, по часам суток и дням недели не постоянно, что создает определенные трудности в вопросах качественного обслуживания клиентов в связи с техническими и организационными проблемами в работе. Поэтому задача краткосрочного прогнозирования входящего трафика Call-центра представляется достаточно важной и актуальной. Зная ожидаемые значения трафика на несколько дней вперед, оператор связи получает возможность предусмотреть вероятные пиковые значения ожидаемой нагрузки и оптимальным образом организовать работу центра.

Цель проекта: Анализ входящего трафика Call-центра и выбор метода прогнозирования, обеспечивающего наибольшую точность.

Для достижения поставленной цели следует выполнить следующие задачи:

- 1) анализ современного состояния центров обслуживания вызовов (ЦОВ);
- 2) статистический анализ и обработка данных о функционировании call – центра;
- 3) анализ неравномерности трафика по часам суток и по дням недели
- 4) классификация методов в зависимости от периода прогнозирования;
- 5) прогнозирование методом экстраполяции тренда, скользящей средней и экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности;
- 6) выбор наилучшего метода прогнозирования;

Научная новизна магистерской диссертации заключается:

- 1) В разработке методики краткосрочного прогнозирования числа входящих вызовов, поступающих в Call-центр оператора телекоммуникаций;
- 2) в оценке прогнозных значений трафика, позволяющих предусмотреть вероятные пиковые значения ожидаемой нагрузки.

Практическая значимость магистерской диссертации.

Предложенная методика прогнозирования может быть использована в аналогичных Call-центрах операторов связи для обеспечения качественного обслуживания клиентов.

1. Современное состояние исследований трафика информационно-технического центра

1.1 Основные задачи и функции Call-центра

Появление телефонного номера в рекламе по телевизору или радио целеобразно увеличивает количество звонков в компанию. Одновременно с увеличением объема телефонного трафика растёт неудовлетворенность бизнеса «услугой» телефонной связи в том виде, в котором она предоставляется. Компании не могли справиться с возрастающим потоком «рекламных» звонков, а многие пользователи просто не могли дозвониться. Необходимо было найти решение проблемы, и оно было найдено с появлением нового вида услуги операторов связи – Call-центра. Оборудование Call-центра обеспечивало прием всех рекламных звонков, а сотрудники отвечали на них. После появления офисных телефонных станций Call-центры начали создаваться внутри компании как внутренние подразделения, ориентированные на работу со звонками.

Несмотря на повсеместное распространение Интернета и компьютеров, телефон все-таки остается основным средством дистанционного общения. Чтобы телефонная линия всегда была свободна, чтобы можно было самому переключиться на нужного пользователя, отправить факс или вызвать пользователя в определенное время, воспользоваться автосекретарем, голосовым меню, маршрутизацией вызовов и многим другим. Желательно оперативно принимать и обрабатывать большое количество вызовов, используя систему автоматического распределения вызовов и располагая информацией о каждом позвонившем пользователе. Тогда компания сможет увеличить продажи, быстрее обслуживать пользователей и вывести взаимоотношения с ними на новый уровень, кроме того - повысить эффективность и продуктивность работы собственных сотрудников.

Все эти цели абсолютно реальны, и внедрить современную телефонную систему сегодня довольно просто, причем получить ощутимый эффект от внедрения Call-центра можно значительно быстрее, чем от создания и использования системы электронных заказов. Именно поэтому Call-центры представляют очень большой интерес для бизнеса. Согласно статистическим исследованиям, 92% потребителей формируют свое мнение о компании в процессе их взаимодействия с Call-центром.

В первую очередь Call-центры интересны тем компаниям, где каждый звонок приносит потенциальную прибыль. Это операторы международной, междугородной, сотовой и пейджинговой связи, различные финансовые учреждения, транспортные фирмы, предприятия торговли, а также все те, для кого хотя бы один потерянный вызов означает потерю клиента, следовательно - денег. Вторая огромная область их применения - это организации, сотрудники которых по долгу службы обязаны оперативно реагировать на

каждый звонок.

Под Call-центром подразумеваются не только технические средства для интеллектуальной маршрутизации входящих вызовов, но и многое другое. Это сотрудники, отвечающие на звонки (операторы); менеджеры, координирующие работу операторов (их также называют супервизорами от англ. - supervisor); компьютеризированные системы, выдающие на мониторы операторов информацию о звонящих людях; системы записи вызовов и интерактивного речевого взаимодействия (IVR) и т.д.

К наиболее важным задачам Call-центра можно отнести следующие:

1. Правильно принимать и обрабатывать поток входящих вызовов:

а) функции Call-центра позволяют сразу направить вызов тому оператору, который наилучшим образом на него ответит. Это позволяет избежать перевода вызова от оператора к оператору, «зависание» вызова в нескольких очередях и т.д. Таким образом, экономится время как пользователя, так и сотрудников Call-центра;

б) система интерактивного речевого взаимодействия (interactive voice response, IVR) позволяет автоматизировать рутинные процедуры, на которые раньше тратилось время операторов (например, предоставление в автоматическом режиме справочной информации о компании, получение пользователем собственного текущего баланса и т.д.). Согласно статистике, процент вызовов, обработанных IVR, может достигать 65-70% от общего количества вызовов, что позволяет сильно экономить операторские ресурсы, направляя их на решение более сложных задач;

в) сообщение пользователю при постановке его в очередь на обслуживание о том, сколько времени ему придется ждать ответа оператора. Статистика показывает, что пользователи, получившие данную информацию, ожидают в 1,5-2 раза дольше, чем пользователи, которым данную информацию не сообщили. В результате уменьшается количество не обслуженных вызовов;

г) повышается дисциплинированность операторов благодаря наличию средств слежения за их работой в реальном режиме времени, а также благодаря детализированной статистике их работы за определенный промежуток времени (день, неделю и т.д.). Более того, имеется ряд функций, автоматически ставящих в известность менеджера, если оператор совершает недопустимые действия: задержался на перерыве, не отвечает на вызов, слишком долго обслуживает вызов и т.д.;

д) получение оператором информации о пользователе (а возможно, и о причине вызова) одновременно с приходом звонка на рабочее место оператора позволяет значительно сократить продолжительность обслуживания каждого вызова, увеличив тем самым количество вызовов, которые оператор обслуживает в течение рабочей смены.

2. Управление работой Call-центра в реальном режиме времени, что позволяет оперативно реагировать на изменение потоков вызовов и

обслуживать их оптимальным количеством ресурсов. Например, при резко возрастающем потоке вызовов в одну группу операторов (такое может произойти, если у оператора связи возникли проблемы в сети) администратор Call-центра может добавить в эту группу операторов из другой группы, которая в данный момент более свободна, и таким образом сбалансировать нагрузку и выдержать высокое качество обслуживания пользователей. Возможность мгновенно реагировать на изменение условий работы Call-центра является функцией, позволяющей гарантировать обслуживание пользователей оптимальным образом.

3. Оценка эффективности вложений в Call-центра производится благодаря наличию большого количества детальной статистической информации о работе оператора, группы операторов, загруженности соединительных линий, всего Call-центра в целом. Такая статистика позволяет делать выводы о том, насколько улучшается обслуживание пользователей при внедрении новых функций Call-центра, увеличении количества операторов и т.д. Необходимо заметить, что Call-центр представляет собой «живой организм», изменяющийся и развивающийся вместе с развитием бизнеса компании. При этом оценка эффективности работы Call-центра и отдачи от вложений в него является важнейшим инструментом.

Помимо решения перечисленных выше основных, классических задач, Call-центр обладает рядом дополнительных преимуществ:

контроль качества работы оператора, т.е. качества обслуживания пользователей (прослушивание работы оператора в реальном режиме времени, запись разговоров с целью выявления ошибок при работе оператора и т.д.);

- повышение степени удовлетворенности пользователей за счет быстрой и корректной реакции сотрудников Call-центра на их запросы;
- повышение степени удовлетворенности операторов Call-центра за счет грамотной организации их рабочих мест, автоматизации или упрощения рутинных процедур и т.д.;
- экономия людских ресурсов и других затрат, т.к. Call-центр позволяет обслуживать аналогичное количество вызовов меньшим количеством операторов;
- уменьшение количества не обслуженных вызовов и контроль этого количества (в случае использования Call-центра в службе платных справок данное свойство позволяет увеличить доходы от этой службы).
- хороший Call-центр помимо обработки входящих вызовов способен обслуживать исходящие вызовы. Такая необходимость возникает при проведении социологических и иных опросов населения или, например, для организации поддержки прямых продаж и обслуживания постоянных пользователей.

1.1.2 Структурная организация Call-центра

Сегодня существенно выросли требования в части обслуживания потоков входящих вызовов и совершенствования алгоритмов распределения вызовов. Прикладное программное обеспечение (ПО) Call-центра должно иметь возможность гибко управлять длиной очередей, в зависимости от различных критериев перенаправляя поступающие вызовы в ту или иную очередь, или переадресуя их на автоинформационный сервер. Должно обеспечиваться динамический анализ длины очередей и соответствующая индикация управляющему персоналу Call-центра.

Сегодня однозначно необходимой является поддержка нескольких алгоритмов распределения вызовов, позволяющих не только обеспечить равномерную загрузку операторов, но и оптимизировать время нахождения вызовов в очереди и обеспечить максимально высокое качество обслуживания вызовов. Должно обеспечиваться поддержка и произвольного количества групп (функциональных секторов), что позволяет организовывать на базе одного центра произвольное количество операторских служб, эффективно используя ресурсы оборудования. Кроме того, последняя возможность позволит владельцам мощных Call-центров (в российских условиях это, главным образом, касается операторов связи) заниматься тем, что называется аутсорсингом - предоставлением ресурсов программно-аппаратного комплекса «третьим» фирмам. За рубежом эта услуга стремительно набирает популярность и является неплохим дополнительным источником дохода для предоставляющих ее компаний.

Обязательным атрибутом любого современного Call-центра является и мощная подсистема IVR, обеспечивающая возможность организации диалога с пользователями, выдачи им необходимой информации и при необходимости получения информации от пользователей без участия оператора. Здесь будущее, безусловно, за технологиями синтеза и распознавания речи, поддержка которых скоро будет обязательной функциональной возможностью любой серьезной системы IVR.

Ключевым элементом конвергенции является возможность обрабатывать потоки вызовов (заявок, запросов на обслуживание), во-первых, различного вида, а во-вторых, поступающих из различных телекоммуникационных сетей (телефонная сеть, Интернет). Т.е. современный Call-центр должен обеспечивать возможность приема вызовов самых различных типов: телефонных (как обычных, так и сделанных через сеть Интернет с использованием технологий VoIP), мультимедийных (видео), факсимильных, заявок поступающих по электронной почте (а в перспективе - с использованием универсальных почтовых систем).

Революционное усиление роли сети Интернет как средства бизнеса и средства доступа к информации обуславливает необходимость наличия в

архитектуре любого современного Call-центра web-сервера, через который осуществляется доступ пользователей Call-центра к его услугам при доступе через сеть Интернет.

Очевидно, что такие требования обусловили кардинальный пересмотр взглядов на архитектуру Call-центров следующего поколения. С развитием компьютерных технологий и ростом вычислительных мощностей компьютеров, оказалось возможным возложить на системы компьютерной телефонии весь процесс обработки телефонных вызовов, включая и обработку сигнализации, коммутацию каналов и т.д. Так появились системы, полностью реализованные с использованием технологий компьютерной телефонии СТИ (computertelephonyintegration).

Существующие технологии позволяют в принципе отказаться от сложного коммутационного ядра, обеспечивающего функции коммутации каналов, возложив функции коммутации на собственно сеть, за счет использования возможностей протоколов TCP/IP, как универсального транспорта в локальной компьютерной сети и IP- технологий. В системах нового поколения функции коммутации разговорных каналов сводятся к управлению медиа-потоками.

Что касается собственно функциональных возможностей таких систем, то все они реализуются компьютерными серверами, работающими с управляющей информацией, медиа-потоками (если необходимо) и взаимодействующими в процессе обслуживания вызова с информационными и технологическими базами данных. Этим серверов может быть самое разное количество, каждый из них может отвечать за свой набор услуг (сервер автоматического распределения вызовов ACD (automaticcalldistribution), сервер IVR и т.п.). Таким образом решаются вопросы надежности, масштабирования, внедрения новых функций и создания распределенных систем.

Использование технологий VoIP (voice over IP - голос поверх протокола IP) при подключении рабочих мест операторов позволяет организовывать рабочие места такого Call-центра в любой точке глобальной телекоммуникационной сети, что может существенно уменьшить затраты владельцев такого Call-центра на оборудование специальных помещений и на требуемые для развертывания Call-центра площади, а кроме того, позволит эффективно предоставлять услуги аутсорсинга другим компаниям, которые могут располагаться территориально в любой точке мира.

1.1.3 Преимущества использования Call-центра

Преимущества использования центра обслуживания вызовов очевидны. Немедленный эффект при внедрении Call-центра может выражаться в следующем:

- а) сокращение времени ожидания;
- б) сокращение времени ответа;

- в) рост процента обращений, обслуженных с первого раза;
- г) рост процента перекрестных продаж, дополнительных продаж;
- д) предоставление разных уровней сервиса; е) сокращение затрат на обслуживание;
- ж) снижение средней стоимости звонка;
- з) рост числа принятых звонков за период времени; и) рост удовлетворенности пользователей.

Кроме того, существуют долгосрочные преимущества при использовании современного Call-центра:

а) круглосуточное обслуживание пользователей, предоставление справочно-информационных услуг и услуг связи в автоматическом, полуавтоматическом и смешанном режимах;

б) расширение абонентской базы и увеличение трафика за счет предоставления широкого спектра общих и специальных информационных услуг, как для физических лиц, так и для корпоративных пользователей;

в) уменьшение оттока пользователей из-за невозможности получения своевременной информационной поддержки и привлечение новых пользователей услуг за счет эффективности обслуживания, доступности и дружелюбности сервисов;

д) предоставление специальных информационных услуг с привлечением внешних экспертов;

е) контроль и оптимизация загрузки физических и информационных ресурсов Call-центра за счет использования разветвленной системы сбора и обработки статистических данных;

ж) интеграция услуг, предоставляемых информационным центром, с другими сервисами;

з) использование ресурсов информационного центра в качестве каналов рекламы и маркетинговых акций.

Если вернуться к определению Call-центра, то можно сказать, что Call-центр - это также прием и обработка вызовов по заданному сценарию с последующим предоставлением данных для дальнейшей обработки (от статистики по приему вызовов, качества их обработки до продажи услуг или товаров по телефону). Статистические данные используются как для целей планирования, так и для измерения производительности системы. За ними постоянно и внимательно следят менеджеры Call-центра.

Удачный выбор модели функционирования или маршрутизации вызовов зависит в первую очередь от объема и разнообразия собранных в процессе эксплуатации данных, их анализа и обработки. Однако, при планировании и управлении Call-центром трудно заранее точно спрогнозировать поступающую нагрузку, время обслуживания и другие параметры. Поэтому очень важно, чтобы статистика, отображающая всю последовательность функционирования Call-центра, была полной и детальной. Это позволяет эффективно и точно рассчитывать функциональные параметры Call-центра, а также своевременно вносить необходимые изменения в его работу. Нехватка таких

данных позволяет делать лишь поверхностные оценки о многих важных характеристиках качества обслуживания.

Стоит отметить, что в процессе своей работы Call-центр генерирует огромные объемы данных. Каждый раз, когда IVR или ACD принимает вызов, он записывает идентификационный номер вызова, произведенное действие, время, прошедшее с момента предыдущего действия, а также многую другую информацию. Пока вызов «продвигается» по Call-центр, таких записей может быть сделано огромное количество. Достаточно сказать, что система статистики некоторых современных Call-центр позволяет генерировать более 100 видов отчетов о работе Call-центр и любых операторов в отдельности. При этом менеджеры могут произвести перенастройку всей системы Call-центр, изменить схему маршрутизации вызовов и т.п. Несмотря на такое разнообразие статистических данных, можно выделить некоторые особенно важные из них:

а) количество успешноотработанных и потерянныхвызовов (в процентах от общего числа поступивших);

б) среднее время ожидания пользователей в очереди;

в) среднее время обработки одноговызова;

г) количествовызовов, обработанных с участием оператора и автоматически (в процентах от общего числа успешноотработанныхвызовов);

д) количествовызовов, обработанных с участием и без участия системы автоматическогогоспознавания голоса (ASR, automaticspeechrecognition) (в процентах от общего числа звонков, которые были обслужены автоматически)

е) уровень производительности оператора, т. е. числозвонков, которые он принимает в течение часа.

Полученная информацияобеспечивает также контроль и выявление потребностей пользователей в новых услугах или развитии старых, способствует реализации маркетинговых программ, а также обеспечивает получение статистической информации. Кроме того, осуществляется минимизация рутинных операцийоператора за счет автоматизации его производственного процесса, а также интеграция Call-центр с существующими информационными и биллинговыми базами данных.

Как правило, Call-центр не хранят и не анализируют записи всех индивидуальных вызовов. Этообъясняется, в частности, высокой стоимостью обслуживаниягромоздких баз данных: большой Call-центр генерирует многие гигабайты данных овызовах ежемесячно и хранение такого количества информации является непозволительной роскошью для многих компаний. Этообъясняется еще и тем, что на деле программное обеспечение, применяющееся для управления Call-центр (созданное в то время, когда хранение данных было дорогим) часто использует только простые модели, требующие ограниченной обобщенной статистики. Наконец, считается, что здесь сыграло свою роль и отсутствие понимания того, как и зачем должен проводиться более детальный анализ. Вместо этогоCall-центр часто собирают данные о каждом звонке в виде усредненных величин, вычисленных за

короткие интервалы времени, как правило, длительностью 15 или 30 минут.

Call -центр иногда сообщают дополнительно и величину задержки в очереди. Например, уровень телефонного обслуживания (telephoneservicefactor, TSF) - это доля вызовов, задержанных на время менее некоторого порогового уровня. Обычно этот порог составляет 20 или 30 секунд. Некоторые Call-центр также сообщают о самой большой задержке в течение получаса.

В течение всего получасового отчетного интервала ACD прослеживает время, которое проводит каждый зарегистрированный в системе оператор в каждом из трех указанных состояний, и суммирует временные параметры по каждому оператору - для вычисления представленных статистических данных. Хотя во многом эффективность работы Call-центр определяется человеческим фактором - уровнем подготовки и квалификации операторов и менеджеров, - необходимо также уделить внимание технической стороне дела.

Традиционно телефонный Call-центр базируются на архитектуре клиент-сервер, задачи по маршрутизации звонков и управлению распределяются по нескольким системам, что позволяет оптимизировать использование имеющихся ресурсов. Каждый производитель предлагает собственные алгоритмы такой обработки, где учитывается множество различных параметров. Обычно ACD входит в состав учрежденческой АТС (УАТС), используемой для работы Call-центр, или представляет собой внешний сервер, подключаемый к телефонной станции. Существенно облегчить работу операторов позволяет система интерактивного голосового ответа (IVR), функции которой значительно шире обычного автоответчика, как иногда называют этот компонент. IVR позволяет не только приветствовать пользователя с помощью заранее записанного голосового обращения, но и получить необходимую информацию без непосредственного участия оператора путем запроса дополнительных данных.

Наиболее важная задача Call-центр - качественное обслуживание запросов пользователей. Конечно, в идеальном случае каждый запрос должен поступать к наиболее квалифицированному сотруднику. Достичь этого результата и обеспечить высокое качество обслуживания позволяет интеграция функций маршрутизации вызовов и системы информационной поддержки взаимодействия с пользователями (customer relationship management, CRM). Алгоритмы распределения (маршрутизации) вызовов, реализованные в системах разных фирм, конечно, различны, но у них есть много общего. При поступлении вызова на учрежденческую АТС средства Call-центр «обращают внимание» на такую информацию, как номер звонящего; код географической зоны, откуда исходит вызов; последние цифры набранного пользователем номера. Например, своим наиболее важным пользователям компания может сообщить специальный номер, при поступлении вызовов на который им (вызовам) присваивается наивысший приоритет со всеми вытекающими отсюда привилегиями при обслуживании. В работе алгоритмов обработки вызовов учитываются и такие факторы, как время суток, когда поступил

вызов, день недели и пр.

Во многих Call-центрах реализована возможность маршрутизации вызовов с учетом специализации операторов (skill-based routing, SBR). Для каждого оператора в системе задается перечень профессиональных навыков (skillset), например умение общаться на иностранном языке, знание конкретного типа продукции, способность объяснить финансовые особенности сделки и др. Более того, определяется еще и уровень (приоритет) владения тем или иным навыком. В результате работы алгоритма SBR вызовы направляются именно тем операторам, которые способны наиболее профессионально их обслужить. Этим достигается оптимизация использования ресурсов Call-центра и обеспечивается наибольшее удовлетворение пользователей.

Связующим звеном между приложениями CRM и ACD выступают решения на базе технологии компьютерной телефонии (computer telephony integration, CTI). Рабочие места операторов обычно включают телефонные аппараты и персональные компьютеры, на мониторы которых выводятся все необходимые данные. Это осуществляется либо автоматически, под управлением системы CRM, либо по запросу самого оператора. Подобный режим работы подразумевает одновременное использование телефона и компьютера, что делает необходимым применение специализированных средств, таких, как телефонные гарнитуры, громкая связь и другие системы, «освобождающие руки» (handsfree).

Основные недостатки телефонного Call-центра обусловлены невозможностью использования других видов связи кроме телефонной при организации взаимодействия пользователя с оператором, а также отсутствие достаточных средств автоматизации основных производственных процессов центра (работы операторов, контроля за их деятельностью, ведения статистики и др.). Все это не позволяет обеспечить высокую экономическую эффективность введения новых услуг, снижает оперативность в создании и управлении услугами, усложняет сопряжение с Call-центром других производителей.

1.1.4 Статистические данные Call-центра

Отсутствие гибкости и масштабируемости в технологии традиционных Call-центров не позволяет оперативно реагировать на изменяющийся входной поток, что особенно важно в случае ярко выраженных сезонных и других изменений потока обращений пользователей (туристические фирмы, фирмы, занимающиеся перевозкой пассажиров, страховые компании и т.д.).

Все эти недостатки традиционных телефонных Call-центров могут быть устранены в мультисервисных Call-центрах (MCall-центр), основанных на IP-технологии.

Благодаря появлению новых технологий и бурному развитию сети

Интернет, появился спрос на Call -центр нового поколения для унифицированной обработки запросов, поступающих в различной форме. Его отличает распределенная топология, которая часто встречается в классических центрах. Однако современные технологии решают эту задачу гораздо проще. Распределенный характер Call-центр позволяет реализовать концепцию обслуживания пользователей, выражаемую формулой «24x7x365» («24 часа в сутки , 7 дней в неделю и 365 дней в году»). При этом необязательно заставлять операторов работать круглосуточно, поддержку можно обеспечить согласно другой формуле - «следя за солнцем» (followthesun). При этом операторы Call-центр арендуются в других часовых поясах и даже странах, что и позволяет Call-центр работать по указанной формуле.

Сервер обработки запросов из Интернет обслуживает голосовые вызовы по технологии VoIP, сообщения электронной почты и факсимильные, а также поддерживает общение с оператором через текстовый чат. С его помощью можно реализовать функцию «нажми и говори», для улучшения качества обслуживания посетителей виртуальных торговых площадок. Сервер располагается непосредственно на стыке с глобальной сетью в так называемой демилитаризованной зоне (demilitarized zone, DMZ), поэтому для безопасности функционирования Call-центр применяют межсетевой экран.

Оператор универсального Call- центр может воспользоваться функцией обратного вызова. Она полезна при небольшой скорости абонентского доступа в Интернет, когда затруднена работа с IP-телефонией. Сделав вызов, пользователь оставляет оператору свой номер телефона и прекращает сеанс доступа в Интернет. Оператор передает эти данные в систему исходящей связи, а та начинает автоматически дозваниваться до пользователя.

Факс, электронная почта и Интернет-чаты, несомненно, важны для современных MCall-центров. Тем не менее, телефонная составляющая все ещё остается ключевой, особенно это касается России. Хотя объем продаж IP-УАТС превзошел объем продаж традиционных УАТС, все же развертывание распределенных комплексов, обработка обращений при помощи новых каналов связи. Различия в требованиях делают каждый внедренческий проект по-своему уникальным.

Одна из привлекательных возможностей мультисервисного Call-центр, как для пользователей, так и для компаний - самообслуживание. При этом пользователи могут самостоятельно, в удобное для них время, найти ответы на большинство возникших вопросов. В случае возникновения потребности разговора с оператором, пользователь может связаться с ним в любой момент. Для компании это, прежде всего, экономия средств, так как высвобождаются более дорогостоящие человеческие ресурсы

Другое преимущество использования мультисервисного Call-центр - повышение доступности и универсальности обслуживания. Любой пользователь вне зависимости от места нахождения может воспользоваться сетью Интернет для связи с компанией, при этом нет необходимости

оплачивать междугородние или международные переговоры. Построение мультисервисных Call-центров сопровождается уменьшением затрат на услуги телефонных сетей. За счет использования более дешевой связи через сеть Интернет затраты компании уменьшаются. Кроме того, за счет того, что обращения через электронную почту или факс можно обслуживать в период уменьшения нагрузки, на операторов, повышается их эффективность и эффективность всего Call-центра в целом.

С внешним миром Call-центр соединяют каналы связи. Именно от их пропускной способности, а не от количества операторов зависит, сколько пользователей могут находиться в контакте с Call-центром одновременно. Если, к примеру, емкости каналов хватает на то, чтобы вести 90 разговоров, то 91-й позвонивший услышит сигнал «занято». При этом не важно, по каким из номеров Call-центр совершаются звонки. Например, все пользователи могут набрать один и тот же номер одновременно и успешно соединиться с Call-центром.

Для связи с компанией пользователю необходимо набрать телефонный номер этой компании и через телефонную сеть общего пользования (ТфОП) выйти на Call-центр. Очень часто, особенно в крупных компаниях, принято использовать бесплатные для пользователей номера телефонов (например, код 800 в Америке).

Первый шаг в обработке вызова Call-центра - его идентификация. Сначала коммуникационный сервер должен определить, что входящий вызов предназначен для Call-центра. Далее необходимо выяснить, какой группе операторов надо перенаправить полученный вызов. Это позволяет заранее очертить круг интересующих пользователя вопросов и, следовательно, обеспечить более качественное обслуживание. Ресурсы Call-центра порой распределены между несколькими компаниями, чья деятельность может кардинально отличаться друг от друга, поэтому определить направление вызова крайне важно. При работе с постоянными пользователями хороший результат дает его идентификация с использованием технологий автоматического определения номера. Это позволяет дифференцировать вызовы по степени важности и существенно сократить время их обслуживания. Возможности IVR для доступа пользователей к услугам Call-центра в чистом виде применяются довольно редко. Обычно этот механизм интегрируется с другими.

Выполнив свою задачу, система IVR передает управление вызовом системе распределения вызовов ACD, в задачу которой входит соединить пользователя с оператором в нужной ему группе — в дело вступают алгоритмы организации очередей и распределения вызовов между операторами. Если в этой группе нет свободных операторов, то вызов помещается в очередь ожидания до тех пор, пока в группе не освободится оператор. Часть систем предусматривает перемаршрутизацию вызова в группу, где имеется свободный оператор, способный обслужить запрос.

Как только вызов достигает оператора, на его рабочем персональном

компьютере (ПК) активизируются различные приложения по управлению взаимодействием с пользователями (CRM), которые должны помочь оператору максимально быстро и правильно обслужить запрос и ответить на все интересующие его вопросы. Эти приложения предоставляют оператору всю имеющуюся о данном пользователе информацию.

После окончания обслуживания запроса вся информация о пользователе сохраняется в базе данных для его дальнейшего обслуживания. Кроме того, эта информация может использоваться и в маркетинговых и других целях.

С точки зрения пользователей основным отличием мультисервисного Call-центра от традиционного телефонного является поддержка различных способов обращения. Рассмотрим некоторые из них.

Традиционные обращения по телефону. Многие современные мультисервисные центры продолжают поддерживать взаимодействие с пользователем через телефонную сеть. При этом входящие вызовы поступают на IP-шлюз, который выполняет функции системы IVR, а затем через локальную сеть на сервер ACD.

Электронная почта. Как только электронное письмо поступило в систему, обеспечение для управления электронной почтой выполняет определенные менеджером действия. Обычно, в первую очередь система пытается найти соответствие между адресом отправителя и записями о пользователях. Далее система следит, чтобы не было принято повторно то же самое письмо. После приема письма пользователю посылается подтверждение о получении. После передачи сообщения оператору, система вырабатывает шаблон ответа, чтобы ускорить процесс обработки.

Текстовая беседа (чат). С помощью соответствующей кнопки на сайте компании любой пользователь может открыть сеанс текстовой беседы с операторами центра. Это особенно удобно для пользователей, не имеющих программного и аппаратного обеспечения для ведения переговоров через Интернет. Программное обеспечение текстовой беседы, так же как и другие CRM продукты, обменивается информацией с единой базой данных и помогает операторам, генерируя подсказки. Кроме того, один оператор может вести несколько текстовых бесед одновременно.

Передача речи через сеть на базе протокола IP (VoIP). Функционально обращение через сеть передачи данных обрабатывается так же, как и обычное обращение по телефону. Однако существует ряд ограничений на использование этого вида связи, прежде всего это невозможность идентификации, поэтому этот вид связи доступен только тем пользователям, которые сообщили необходимую информацию о себе через опросную форму. Рассмотрим функции системы управления Call-центром, которая принимает непосредственное участие при обслуживании запросов от пользователей.

Функции системы управления Call-центром можно разделить на три группы: конфигурирование и управление ресурсами, мониторинг параметров в реальном времени и статистический анализ. В режиме конфигурирования

менеджер способен изменять параметры работы всех составных частей Call-центр. Ему подконтролен не только коммуникационный сервер, но и настройка маршрутизации, состав операторских групп и их режимы работы, уровни обслуживания и т. п. Многие компании предлагают специальные средства для визуальной разработки правил функционирования Call-центр.

Мониторинг в режиме реального времени позволяет менеджеру незамедлительно получать данные о числе вызовов, ожидающих обслуживания, количестве свободных операторов в системе, средней продолжительности разговора, длине очередей, текущем проценте отказов в обслуживании и многом другом. Обычно эта информация обновляется с интервалом в несколько секунд и позволяет диспетчеру принимать оперативные меры по управлению Call-центр. Для каждого контролируемого параметра задаются пороговые значения, и менеджер получает уведомление о каждом его превышении: например, изменением цвета, сопровождаемого звуковым сигналом.

Контроль качества обслуживания пользователей может осуществляться путем периодического подключения менеджеров к их разговору с оператором. Однако повысить уровень сервиса можно лишь путем постоянного контроля, используя специализированные системы регистрации. Они позволяют записывать не только аудиоинформацию, но и сопутствующие данные, упоминаемые в разговоре. Например, это могут быть страницы сайта в сети Интернет, которые оператор просматривал совместно с пользователем при обслуживании вызова через Интернет. Обычно предусматривается несколько режимов регистрации: полная, выборочная и по требованию.

Качество обслуживания — важнейшая характеристика, тесно связанная с понятием поведения пользователя и оператора. С одной стороны, под качеством понимают доступность оператора. Обычно встают такие вопросы, как: «Насколько долго ожидал пользователь, чтобы поговорить с оператором? Сколько пользователей покинули очередь до начала обслуживания?» Этот аспект качества измеряется посредством статистических отчетов, а для управления качеством применяются модели очередей.

Второй аспект качества - это эффективность предоставления услуг. Здесь встает вопрос: «Полностью ли удовлетворен пользователь предоставленным ему обслуживанием или же ему требуется повторное обращение в Call-центр?». Этот аспект качества обычно измеряется путем пробных проверок: вызовы операторов прослушиваются наугад, либо вживую, либо по записи, а по ним определяется, требуется ли корректировка в обслуживании. Последняя сторона качества - это удовлетворенность пользователя обслуживанием оператора. Удовлетворенность пользователя зависит от многих факторов, например, как обращался к нему оператор: «Называл ли он пользователя. Можно получить, прослушав записи разговоров случайно выбранных операторов центра.

Конечно, понятие качества работы с пользователями простирается и за рамки его общения с оператором. Например, оно обязательно включает и время ожидания в очереди, на удержании. В частности, можно заметить, что природа

процесса ожидания пользователей на линии в корне отличается от ожидания в физической очереди, например, в банке или супермаркете. Пользователи не видят остальных ожидающих и не могут наблюдать за их продвижением, если, конечно, Call-центр не предоставляет такой информации. Покупатели, встающие в физическую очередь, могут оказаться недовольными, увидев ее длину, а по мере продвижения постепенно успокаиваются и даже радуются. И напротив, пользователи, попавшие в телефонную очередь могут быть настроены вполне оптимистично, ведь они не знают, сколько им еще придется ждать, но при ожидании их раздражение только нарастает. Это подтверждается статистическими исследованиями - по данным компании Avaya, если пользователя уведомили о предполагаемом периоде ожидания обслуживания своего вызова, то он согласен ждать в среднем на 1,5-2 мин. дольше, чем без уведомления.

Ключ к повышению удовлетворенности пользователя - предложение только нужных услуг и поддержки в кратчайшие сроки. Больше всего пользователей раздражает ожидание на линии и частые перенаправления к другим операторам, а также неудовлетворительное качество данных, которые им предоставляются.

1.2 Анализ входящего трафика

Современный Call-центр имеет в своем составе систему сбора статистической информации. Статистическая информация позволяет

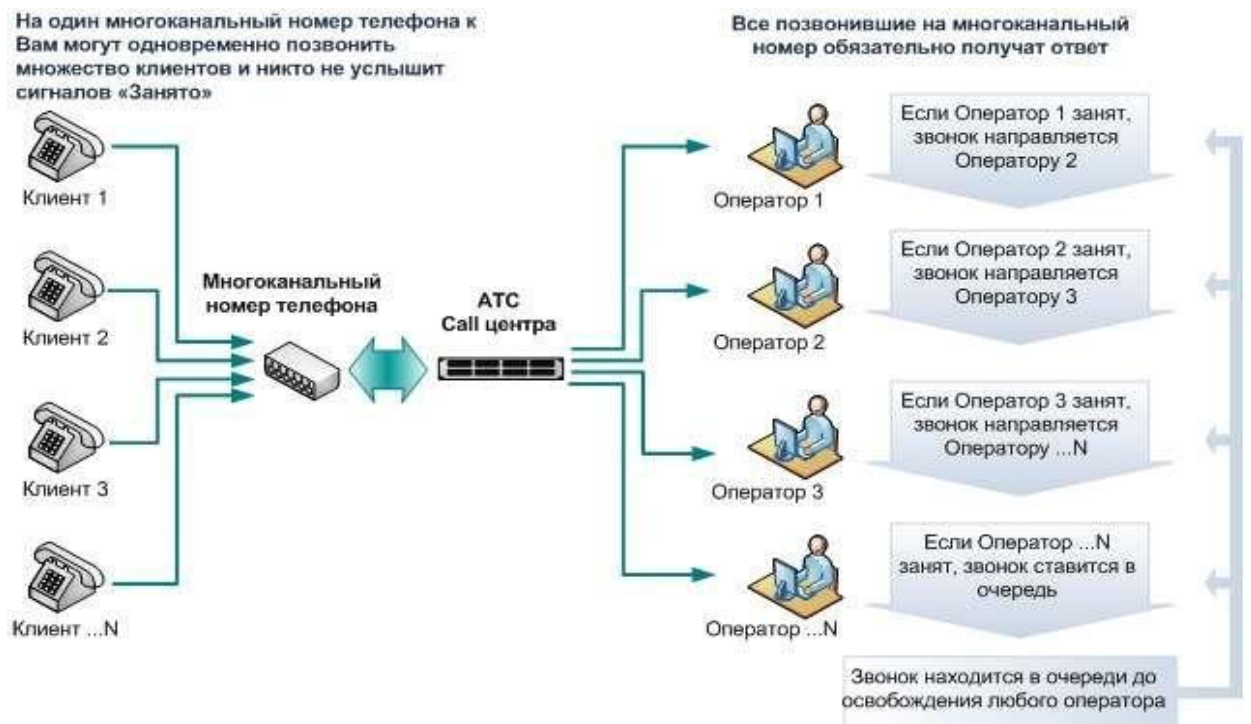


Рисунок 1.2 – Структура call – центра

эффективно управлять процессом функционирования системы, контролировать работу операторов, динамически реагировать на происходящие изменения.

Источником статистических данных и объектом исследования является анонимный Call-центр телекоммуникационной компании, расположенный в г. Алматы, со структурой, показанной на рисунке 1.1. При обращении в Call-центр можно:

- узнать причину отказа в предоставлении телекоммуникационной услуги и сроки устранения повреждения;

- подать заявку на устранение повреждения. Алгоритм работы call – центра заключается в следующем. Абонент набирает один из номеров call – центра. Если все входящие линии заняты, звонящий получит отказ в обслуживании (блокировка вызова) и произойдет одно из двух действий: он либо совершит повторный вызов либо не позвонит вовсе, вызов будет считаться отвергнутым или потерянным вызовом. Если хотя бы одна линия свободна, то вызов подключается к call – центру и, в частном случае, слышит ответ электронного цифрового автоинформатора (IVR). В процессе интерактивного разговора с автоинформатором пользователь может получить исчерпывающую информацию и отключиться от call – центра.

Для получения дополнительной необходимой информации или услуг, требуется соединение с оператором. В этом случае, в современных центрах обслуживания вызовов, вызов передается на автоматическое распределение вызовов (ACD), который обладает возможностями маршрутизации звонков на основе множества критериев. Если подходящий оператор не занят и свободен для обслуживания, то данный вызов незамедлительно маршрутизируется на него.

В настоящее время значимой составляющей в структуре многих организаций связи становятся информационно-технические центры (Call-центры). Их широкое распространение вызвано тем, что в нынешней мировой экономике главным критерием качества работы предприятий становится максимальное удовлетворение потребителя. А стабильное и эффективное функционирование информационных центров, их справочных и информационных отделов влияет на качество работы организации в целом, поскольку именно эти службы обеспечивают непосредственный контакт с потребителем. Большая часть потребителей формирует свое мнение о компании в процессе взаимодействия с Call-центром. Информационные центры являются необходимым сервисом обслуживания клиентов для операторов мобильной связи, интернет провайдеров, при технической поддержке сфер предоставления оборудования.

Для провайдеров телекоммуникационных услуг Call-центры являются центрами выявления наиболее частых инцидентов, возникающих в работе сети и в сфере предоставления услуг.

Число вызовов, поступающих в Call-центр, по часам суток и дням недели не постоянно, что создает определенные трудности в вопросах качественного обслуживания клиентов в связи с техническими и организационными проблемами в работе. Поэтому задача краткосрочного прогнозирования входящего трафика Call-центра представляется достаточно важной и актуальной. Зная ожидаемые значения

трафика на несколько дней вперед, оператор связи получает возможность предусмотреть вероятные пиковые значения ожидаемой нагрузки и оптимальным образом организовать работу центра.

Как показал обзор существующих методов прогнозирования, не существует универсального метода, позволяющего с достаточной точностью определить прогнозные значения временного ряда. Каждый конкретный случай требует разработки своей методики прогнозирования. При краткосрочном прогнозировании уровней временного ряда нашли применение методы скользящей средней, экспоненциального сглаживания, экстраполяции тренда и многие другие.

1.2.1 Анализ неравномерности по часам сутки и дням недели

Анализ входящего трафика одного из Call-центров г.Алматы позволил выявить его неравномерность по часам суток и дням недели. На рисунке 1.2 представлена информация о суточном графике за неделю. и таблица.

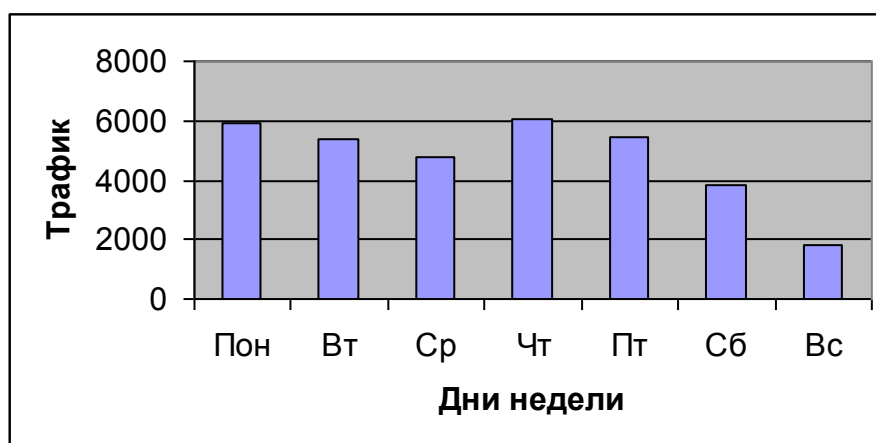


Рисунок 1.2 – Среднее число вызовов по дням недели

Результаты проведенных измерений за четыре недели представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Входящий трафик

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
2492	2011	1421	6288	6082	3950	1942
7136	8000	7541	6433	5715	4645	2146
8832	5873	5743	5613	5695	3822	1626
5267	5695	5113	5834	4369	3012	1458

Дополнительное исследование входящего трафика показало его неравномерное распределение по часам суток.

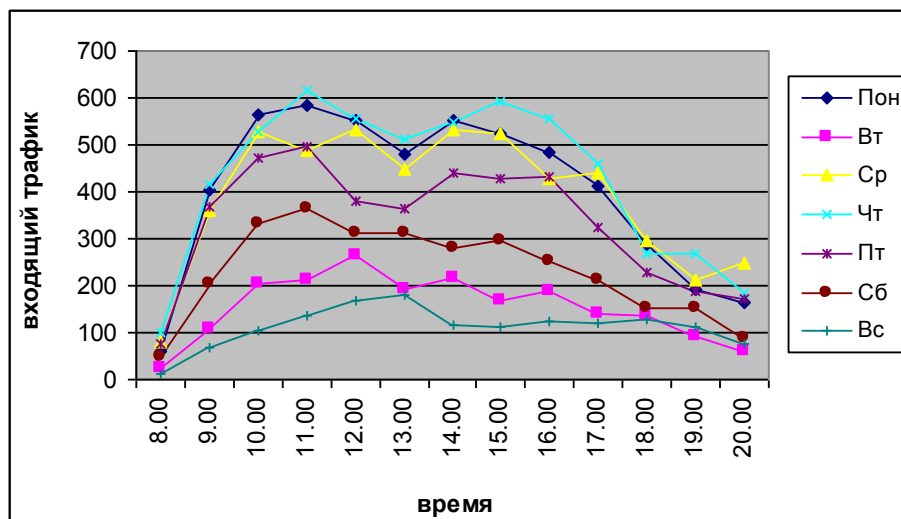


Рисунок 1.3 – Суточный трафик

На рисунке 1отраженысуточные трафики по дням недели. Наибольшая поступающая нагрузка приходится на четверг и понедельник, а наименьшая на воскресенье.

На рисунке 1.4 представлен трафик Call-центра по дням месяца за исследуемый период.

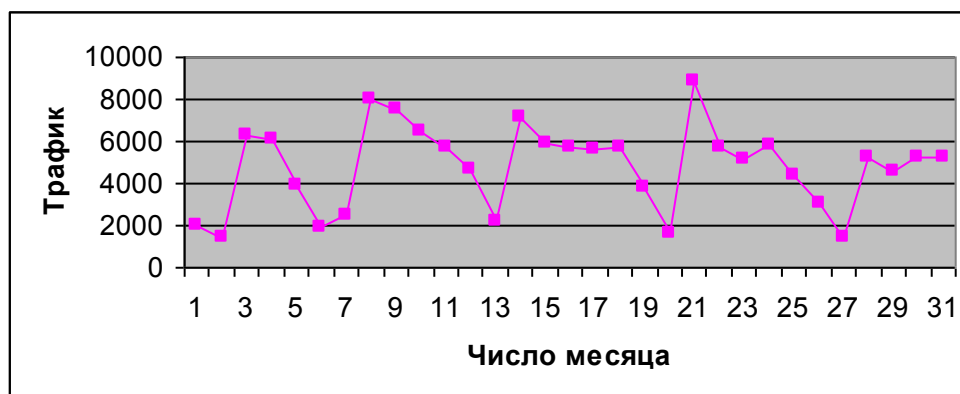


Рисунок 1.4 - Трафик по дням месяца

Для расчета прогноза ограничимся периодом предистории с 1-го по 28 января, найдем прогнозные оценки на 29,30 и 31 числа месяца и сравним их с фактическими данными трафика за эти дни же дни.

1.3 Постановка задачи исследования

Число вызовов, поступающих в Call-центр, по часам суток и дням недели не постоянно, что создает определенные трудности в вопросах качественного обслуживания клиентов в связи с техническими и организационными проблемами в работе. Зная ожидаемые значения трафика на несколько дней вперед, оператор связи получает возможность предусмотреть вероятные пиковые значения ожидаемой нагрузки и оптимальным образом организовать работу центра.

Целью проекта является анализ входящего трафика Call-центра и выбор метода прогнозирования, обеспечивающего наибольшую точность.

Для достижения поставленной цели следует выполнить следующие задачи:

- 1) провести анализ современного состояния центров обслуживания вызовов (ЦОВ);
- 2) статистический анализ и обработка данных о функционировании call – центра;
- 3) провести анализ неравномерности по часам суток, по дню недели и по дню месяца;
- 4) классификация методов в зависимости от периода прогнозирования;
- 5) прогнозирование методом экстраполяции тренда, скользящей средней и экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности;
- 6) Выбор наилучшего метода прогнозирования.

2. Существующие методы прогнозирования одномерных временных рядов.

2.1 Классификация методов в зависимости от периода прогнозирования

Прием прогнозирования – конкретная форма теоретического или практического подхода к разработке прогноза, одна или несколько математических или логических операций, направленных на получение конкретного результата в процессе разработки прогноза. Процедура – ряд приемов, обеспечивающих выполнение определенной совокупности операций.

Метод – сложный прием, упорядоченная совокупность простых приемов, направленных на разработку прогноза в целом. Методика – упорядоченная совокупность приемов, процедур, операций, правил исследования на основе одного или чаще определенного сочетания нескольких методов. Методология прогнозирования – область знания о методах, способах, системах прогнозирования. Способ прогнозирования – получение и обработка информации о будущем на основе однородных методов разработки прогноза. Система прогнозирования (прогнозирующая система) – упорядоченная совокупность методик, технических средств, предназначенная для прогнозирования сложных явлений или процессов.

Опыт показывает, что ни один из названных способов (и тем более методов), взятый сам по себе, не может обеспечить значительную степень достоверности, точности горизонта прогноза. Зато в определенных сочетаниях они оказываются в высокой степени эффективными.

Прогнозирование как исследование с широким охватом объектов анализа опирается на множество методов. Сегодня насчитывают более 150 методов прогнозирования.

Идет процесс накопления теоретических разработок и создания специальных структур, исследующих тенденции в социальных процессах в условиях реформирования общества, что определяет многообразие методов

социального прогнозирования. Условно можно выделить две большие группы методов:

- интуитивные (индивидуальные и коллективные);
- формализованные:
- экстраполяционные;
- структурные;
- имитационные;
- метод опережающей информации.

При классификации методов прогнозирования выделяются основные признаки, позволяющие их «упорядочивать», структурировать:

- по степени формализации;
- принципу действия;
- способу получения информации.

Степень формализации в методах прогнозирования в зависимости от объекта исследования может быть различной.

Способы получения прогнозной информации многозначны, к ним следует отнести:

- методы ассоциативного моделирования;
- морфологический анализ;
- экспоненциальное сглаживание;
- вероятностное моделирование;
- анкетирование;
- методы коллективной генерации идей;
- методы историко-логического анализа;
- метод интервью, написания сценариев и т. д.

Наиболее распространенные методы представлены на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Методы прогнозирования

Типология прогнозов может строиться по различным критериям в зависимости от целей, задач, объектов, предметов, проблем, характера, периода упреждения, методов, организации прогнозирования и т. д.

1. По проблемно-целевому критерию различают два типа прогнозов.

Поисковый прогноз (исследовательский, изыскательский, трендовый, генетический и т. п.) – определение возможных состояний явления в будущем. Имеется в виду условное продолжение в будущее тенденций развития изучаемого явления в прошлом и настоящем, абстрагируясь от предлагаемых решений, действий, на основе которых возможно радикально изменить тенденции, вызвать в ряде случаев самоосуществление или саморазрушение прогноза. Такой прогноз отвечает на вопрос: что вероятнее всего произойдет при условии сохранения существующих, тенденций.

Нормативный прогноз (программный, целевой) – определение путей и сроков достижения возможных состояний явления, принимаемых в качестве цели. Имеется в виду прогнозирование достижения желательных состояний на основе заранее заданных норм, идеалов, стимулов, целей.

Поисковый прогноз строится с использованием определенной шкалы (поля, спектра) возможностей, на которой затем устанавливается степень вероятности осуществления прогнозируемого явления. При нормативном прогнозировании

происходит такое же распределение вероятностей, но уже в обратном порядке: от заданного состояния к наблюдаемым тенденциям.

2. По критерию соотнесения с различными формами конкретизации управления возможно выделение подтипов поисковых и нормативных прогнозов.

Ориентация – содействие оптимизации процесса целеполагания (установление идеально предположенного результата деятельности).

Плановый прогноз представляет собой, по существу, выработку поисковой и нормативной прогнозной информации для отбора наиболее целесообразных плановых нормативов индикативных или директивных заданий с выявлением нежелательных, подлежащих устранению альтернатив и с тщательным выяснением отдаленных, прямых и косвенных последствий принимаемых плановых решений. Такой прогноз отвечает на вопрос: как, в каком направлении ориентировать планирование, чтобы эффективнее достичь поставленных целей.

Программный прогноз возможных путей, мер и условий достижения предполагаемого состояния прогнозируемого явления отвечает на вопрос: что конкретно необходимо, чтобы достичь важны и поисковые, и нормативные прогнозные разработки.

Первые выявляют проблемы, которые нужно решить, чтобы реализовать программу, вторые определяют условия реализации. Программное прогнозирование должно формулировать гипотезу о возможных взаимовлияниях различных факторов, указать гипотетические сроки и очередность достижения промежуточных целей на пути к главной. Тем самым как бы завершается отбор возможностей развития объекта исследования, начатый плановым прогнозированием.

Проектный прогноз конкретных образов того или иного явления в будущем при допущении ряда пока еще отсутствующих условий отвечает на вопрос: как (конкретно) это возможно, как это может выглядеть? Проектные прогнозы (их называют еще прогнозными проектами, дизайн-прогнозами и т. п.) призваны содействовать отбору оптимальных вариантов перспективного проектирования, на основе которых должно развертываться затем реальное, текущее проектирование.

Организационный прогноз текущих решений (применительно к сфере управления) для достижения предусмотренного желаемого состояния явления, поставленных целей отвечает на вопрос: в каком направлении ориентировать решения, чтобы достичь цели? Сопоставление результатов поисковых и нормативных разработок должно охватывать весь комплекс организационных мероприятий, повышая тем самым общий уровень управления.

3. По периоду упреждения – промежутку времени, на который рассчитан прогноз, – различаются:

– оперативный – рассчитан, как правило, на перспективу, на протяжении которой не ожидается существенных изменений объекта исследования – ни количественных, ни качественных;

- краткосрочный – рассчитан на перспективу, на протяжении которой не ожидается существенных количественных изменений объекта исследования;
- среднесрочный – охватывает перспективу между кратко- и долгосрочным прогнозами с преобладанием количественных изменений над качественными;
- долгосрочный – рассчитан на перспективу, на протяжении которой ожидаются не только количественные, но и качественные изменения объекта исследования;
- дальнесрочный(сверхдолгосрочный) – охватывает перспективу, в течение которой ожидаются столь значительные качественные изменения, что можно говорить лишь о самых общих перспективах развития исследуемого явления или процесса.

Временная градация прогнозов в определенной мере условна и зависит от характера и цели данного прогноза. В социально-экономических прогнозах эмпирически установлен следующий временной масштаб: оперативные прогнозы имеют продолжительность до одного месяца, краткосрочные – до одного года, среднесрочные рассчитаны на несколько (до пяти) лет, долгосрочные – на период свыше пяти (примерно до пятнадцати – двадцати) лет, дальнесрочные – за пределами долгосрочных.

4. По объекту исследования различаются естественные, научно-технические и обществоведческие (социальные в широком значении этого термина) прогнозы.

В естественных прогнозах взаимосвязь между предсказанием и предугадыванием незначительна, близка или практически равна нулю из-за невозможности управления объектом. Поэтому здесь в принципе применимо только поисковое прогнозирование с ориентацией на возможно более точное безусловное предсказание будущего состояния явления. Типичный пример – метеорологический прогноз.

В обществоведческих прогнозах указанная взаимосвязь настолько значительна, что способна давать эффект самоосуществления или, напротив, саморазрушения прогнозов действиями людей на основе целей, планов, программ, проектов, решений (включая принятые с учетом сделанных прогнозов). В связи с этим здесь необходимо сочетание поисковых и нормативных разработок, т. е. условных предсказаний с ориентацией на повышение эффективности управления. Примером может являться прогноз результатов выборов для той или иной политической партии.

Научно-технические прогнозы занимают промежуточное место между естественными и обществоведческими прогнозами. Они, как правило, основываются на имеющемся опыте (нормативные разработки) и могут быть поисковыми. Примером такого прогноза являются тенденции в технологиях производства кристаллов для компьютеров, отслеживаемые и прогнозируемые заинтересованными фирмами.

В настоящее время разработано множество методов прогнозирования. Любой метод прогнозирования базируется на идее экстраполяции. Под экстраполяцией понимают распространение закономерностей, связей и соотношений, действующих в изучаемом периоде, за его пределы. Иногда ее

рассматривают в более широком смысле слова – как получение представлений о будущем на основе информации, относящейся к прошлому и настоящему. Экстраполяция основана на анализе предыстории развития, выявлении наиболее общих и устойчивых закономерностей и связей, учете благоприятных тенденций, нарождающихся новых явлений и перенесении полученных выводов на прогнозируемый период.

Вместе с тем методы социального прогнозирования основаны на трех взаимосвязанных способах получения информации о будущем.

Во-первых, это экстраполяция в будущее наблюдаемых тенденций, закономерности развития которых в прошлом и настоящем достаточно хорошо известны (в предположении, что и на определенную перспективу эти тенденции сохранятся без существенных изменений).

Во-вторых, это оценка возможного или желательного в будущем состояния того или иного явления (прежде всего экспертная оценка).

В-третьих, это моделирование прогнозируемых явлений (в данном случае под моделью понимается всякое условное, упрощенное для удобства исследования, схематическое представление об объекте прогноза – упорядоченная совокупность показателей, сценарии возможного или желательного развития событий и т. д. вплоть до строго формализованных математических моделей). Все три способа выделяются условно, поскольку образуют органическое единство: любая экстраполяция, логическая или статистическая, представляет собой, по сути, прогнозную оценку и разновидность прогнозной модели. Любая прогнозная оценка – это, прежде всего, экстраполяция в том или ином модельном представлении, любая прогнозная модель включает в себе экстраполяцию и оценку.

2.2 Методы краткосрочного прогнозирования

Методы прогнозирования существенно различаются в зависимости от того, является ли прогнозирование краткосрочным или среднесрочным. В первом случае прогноз строится на один-два момента времени (квартал, месяц, неделю и т. п.) вперед и, как правило, оперативен и непрерывен. В большинстве случаев краткосрочного прогнозирования данные берутся либо за месяц, либо за неделю; соответственно прогноз необходимо построить на один-два месяца или неделю вперед. При среднесрочном прогнозировании данные, как правило, ежегодные, а прогноз необходимо строить на несколько периодов.

Указанные различия между задачами кратко- и среднесрочного прогнозирования приводят к необходимости решать их разными методами. В первом случае это основанные на идее метода сглаживания, а во втором – методы выравнивания и экстраполяции трендов.

Прогнозирование входящего трафика можно отнести к краткосрочному прогнозированию, поскольку особенно важен прогноз на 1-2 периода вперед (месяц, неделя и т. д.).

При краткосрочном прогнозировании для стационарного и нестационарного рядов используют различные методы.

Для стационарного трафика используют методы скользящей средней и экспоненциально взвешенного среднего, а для нестационарного – метод экстраполяции тренда.

На рисунке 2.2 отображена предлагаемая схема прогнозирования трафика.

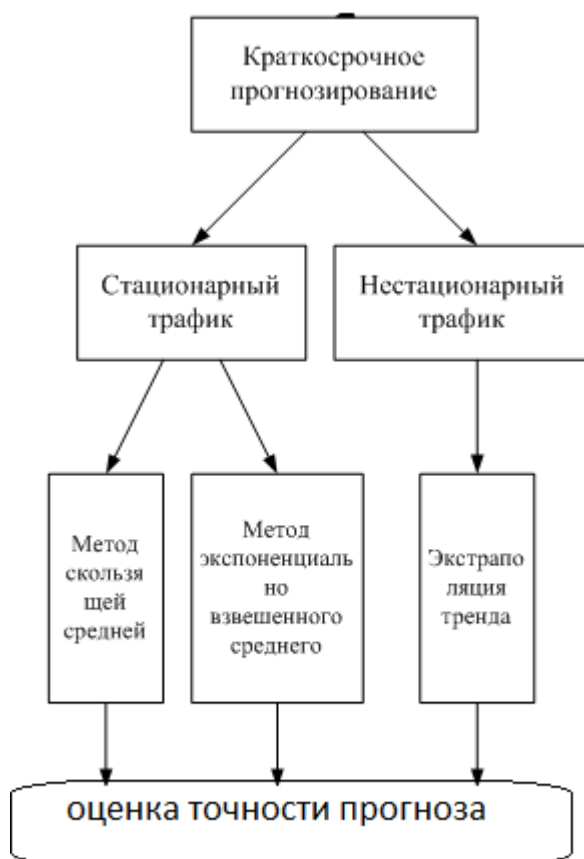


Рисунок 2.2 – Схема краткосрочного прогнозирования

Основной математической моделью процессов, описывающих трафик в телекоммуникационных сетях, является случайный поток данных.

Случайный поток обладает следующими основными свойствами:

- стационарность – независимость вероятностных характеристик от времени;
- степень последствия – уровень зависимости вероятности поступления событий от предыдущих событий;
- ординарность – бесконечно малая вероятность поступления более одного события за бесконечно малый интервал времени.

Под стационарным понимается такой показатель, индивидуальные значения которого, меняясь со временем, не изменяют среднего на достаточно продолжительном отрезке времени (рисунок 2.3) .

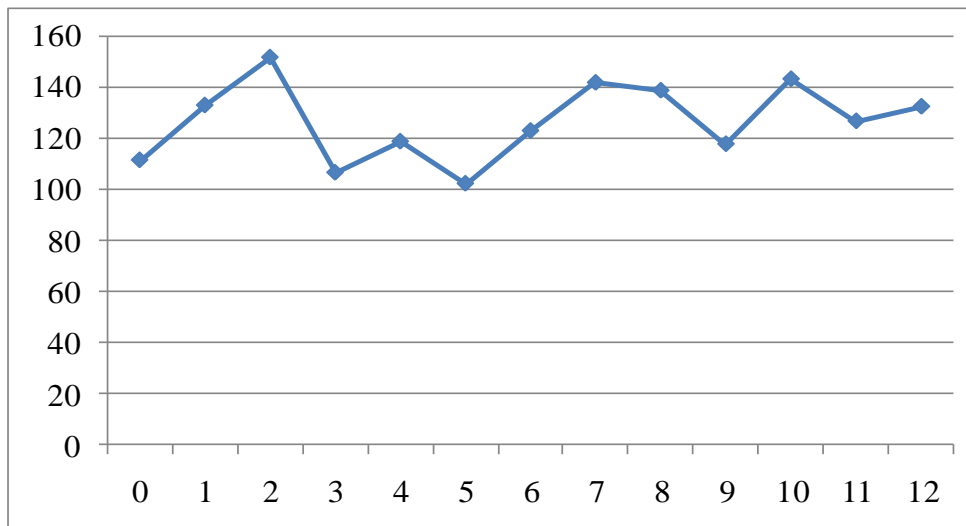


Рисунок 2.3 – Стационарный ряд

Рисунок 2.3 иллюстрирует стационарный ряд. Среднее значение равно 125 единицам. Среднее значение за рассматриваемый период не увеличивается и не уменьшается. Это типичная картина для стационарного показателя; отдельные значения колеблются вверх и вниз, тогда как среднее значение показателя достаточно устойчиво.

На рисунке 2.4 показана совершенно противоположная ситуация. Здесь среднее значение явно непостоянно и растет со временем. В этом случае методы прогнозирования должны быть сложнее, чем в случае стационарного ряда.

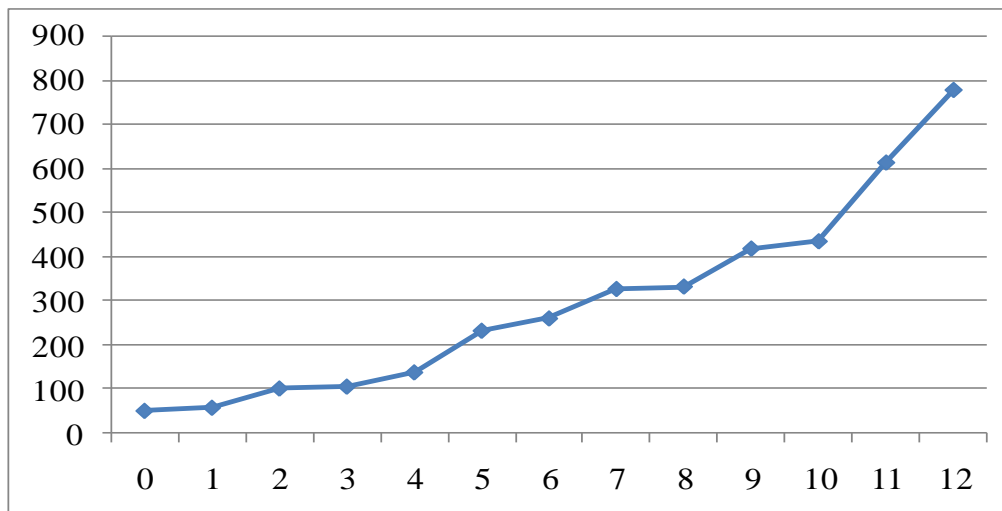


Рисунок 2.4 – Нестационарный ряд

Классической моделью трафика в информационных сетях является Пуассоновский (простейший) поток. Он характеризуется набором вероятностей $P(k)$ поступления k сообщений за временной интервал t :

$$P(k) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (2.1)$$

где $k=0.1\dots$ - число сообщений; λ - интенсивность потока.

Интервал времени измерения количества сообщений t и интенсивность потока λ являются постоянными величинами.

2.2.1 Метод экстраполяции тренда

Метод экстраполяции тренда создан на основании статического наблюдения динамики конкретного показателя, выявления тенденций развития и сохранения данной тенденции для последующих периодов. Иначе можно сказать, что методы экстраполяции трендов позволяют тенденции прошлого развития исследуемого объекта переноситься в будущий период. Данный метод экстраполяции тренда используется в основном для краткосрочного прогнозирования, сроком до года, в случае, когда количество изменений равно минимальному значению. Данный метод реализуется для каждого определенного объекта в отдельности и поэтапно на каждый последующий момент текущего времени. В случае, когда необходимо составить прогноз для продукции или услуги, основанного на экстраполяции, задача прогнозирования предполагает анализ спроса и анализ продаж данного товара.

Результаты прогнозирования параболического тренда являются применимыми для всех сфер внутрифирменного планирования, а так же для стратегического, финансового, маркетингового планирования, планирования производства и управления запасами, управления торговыми потоками и операциями. Наиболее часто пользуются для краткосрочного прогнозирования методами экстраполяции трендов следующих видов: методами скользящего среднего и методами экспоненциального сглаживания. Этот показатель экстраполяции считается за крайние 3 месяца. А метод экспоненциального сглаживания тренда можно охарактеризовать как прогноз текущего показателя на предстоящий период, который представлен в виде общей суммы фактического показателя за текущий период и краткосрочный прогноз на текущий период, взвешенных при применении специальных индикаторов. В некоторых случаях данные методы трендов дополняются другими методами корреляции параболических трендов. Этот метод предполагает исследование взаимодействия различных тенденций в целях нахождения их взаимного влияния и непосредственного улучшения качества прогнозов. Следовательно, корреляционный анализ изучает взаимосвязь двух или более показателей, в зависимости от этого данный метод носит название парной или множественной корреляции. Данные методы применяются как российскими предприятиями, так и иностранными, так как они являются наиболее простыми, традиционными и эффективными. Также используются параболические тренды.

В методическом плане основным инструментом любого прогноза является схема экстраполяции. Сущность экстраполяции заключается в изучении сложившихся в прошлом и настоящем устойчивых тенденций развития объекта прогноза и в переносе их на будущее.

Различают формальную и прогнозную экстраполяцию. Формальная экстраполяция базируется на предположении сохранения в будущем прошлых и настоящих тенденций развития объекта прогноза; при прогнозной экстраполяции фактическое развитие увязывается с гипотезами о динамике исследуемого процесса с учетом изменений влияния различных факторов в перспективе.

Методы экстраполяции являются наиболее распространенными и проработанными. Основу экстраполяционных методов прогнозирования составляет изучение эмпирических рядов. Эмпирический ряд — это множество наблюдений, полученных последовательно во времени. В экономическом прогнозировании широко применяется метод математической экстраполяции, в математическом смысле означающий распространение закона изменения функции из области ее наблюдения на область, лежащую вне отрезка наблюдения. Функция представляет собой простейшую математико-статистическую модель, отражающую зависимость объекта прогнозирования (экономического показателя) от влияющих на него факторов. На рисунке 5 представлен метод экстраполяции тренда.

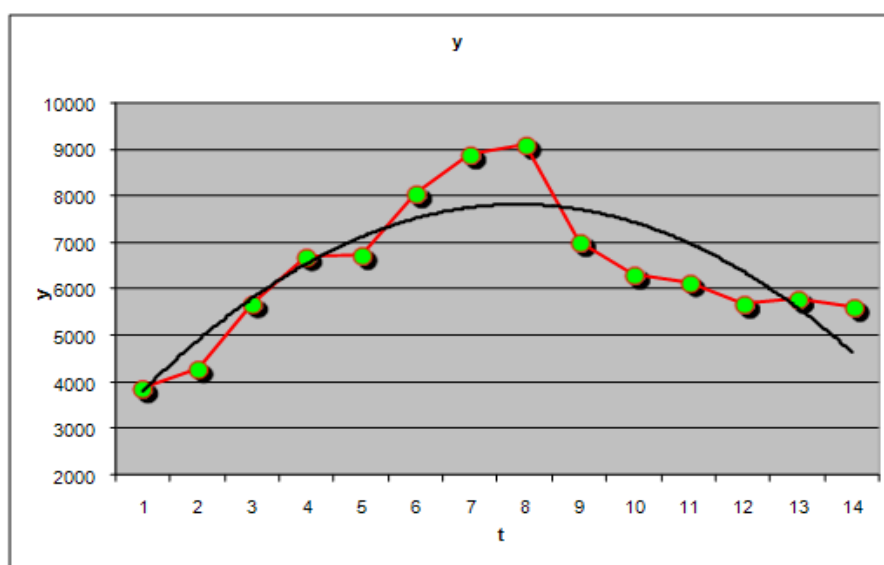


Рисунок 2.5-Прогноз методом экстраполяции тренда.

Линия тренда — это прямая линия, соединяющая как минимум два пика цен на графике движения курса валюты (актива). Также нужно отметить, что в пределах развития основного тренда идущего по одной линии, может формироваться множество второстепенных трендов, формирующихся по дополнительным трендовым линиям. Трендовые линии могут пробиваться также как уровни поддержки и сопротивления. Показывая этим окончания текущего тренда.

Существует два вида линий тренда: Нисходящая — строится по вершинам волн медвежьего тренда и выступающая в роли линии

сопротивления. Восходящая — строиться по минимумам волн восходящего тренда и выступает в роли линии поддержки.

Линия тренда — классифицируется по степени важности при помощи четырех показателей: 1) Временной масштаб. Чем на более высоком временном масштабе строиться линия тренда, тем более важной она является. 2) Длительность. Чем длиннее трендовая линия, тем она более надежна. 3) Число касаний. Чем больше раз цена коснулась линии тренда, тем устойчивей считается этот тренд. 4) Угол наклона. Чем больше угол наклона между линией тренда и горизонталью от которой она строиться, тем сильнее тренд определяющийся этой линией. Если линия идет под большим углом — это говорит нам о сильном импульсном движении.

2.2.2 Метод скользящей средней

Скользящая средняя — это способ, позволяющий сглаживать ценовые колебания во времени. Иными словами, скользящая средняя рассчитывает среднюю цену за определенный интервал времени. Скользящая средняя — это трендовый индикатор в чистом виде. С его помощью можно отследить начало нового тренда и завершение текущего, по углу наклона можно судить о силе тренда.

Скользящая средняя хоть и является примитивным индикатором, но я считаю его базовым индикатором технического анализа, он является основой для многих торговых стратегий и различных индикаторов, поэтому знать «устройство» и принцип работы этого индикатора обязан каждый трейдер. На рисунке 6 представлен метод скользящая средняя.

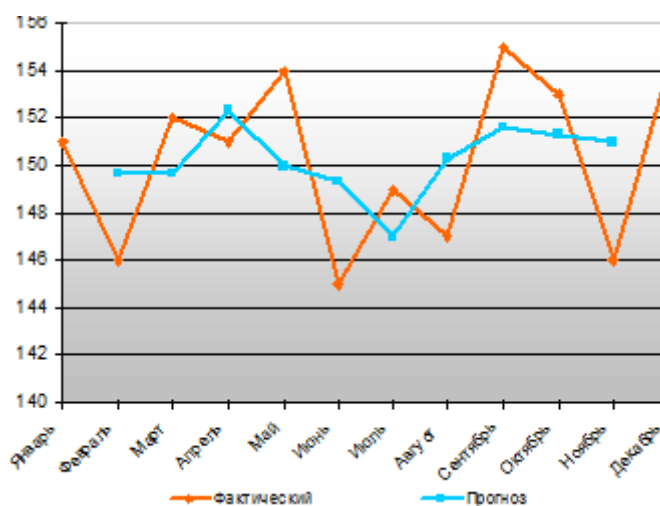


Рисунок 2.6-Метод скользящая средняя

Как видно на рисунке 2.6-скользящие средние позволяют сгладить как случайные, так и периодические колебания, выявить имеющуюся тенденцию в развитии процесса, и поэтому, являются важным инструментом при фильтрации компонент временного ряда. Если рассматриваемое явление носит линейный характер, то применяется простая скользящая средняя. Алгоритм сглаживания по простой скользящей

средней может быть представлен в виде следующей последовательности шагов:

1) Определяют длину интервала сглаживания g , включающего в себя g последовательных уровней ряда (g

2) Разбивают весь период наблюдений на участки, при этом интервал сглаживания как бы скользит по ряду с шагом, равным 1.

3) Рассчитывают арифметические средние из уровней ряда, образующих каждый участок.

4) Заменяют фактические значения ряда, стоящие в центре каждого участка, на соответствующие средние значения. При этом удобно брать длину интервала сглаживания g в виде нечетного числа: $g=2p+1$, т.к. в этом случае полученные значения скользящей средней приходятся на средний член интервала. Наблюдения, которые берутся для расчета среднего значения, называются активным участком сглаживания.

В техническом анализе рынка ценных бумаг существует много способов выявления тенденции и ее прогнозирования. Хотя профессионалы и отдают предпочтение каким либо видам из них, но ни один из способов не дает стопроцентно достоверного ответа на то, как будет развиваться ситуация на рынке в дальнейшем.

Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки, которые в различных ситуациях оказываются решающими. Практически почти для всех индикаторов, графически отражающих количественную информацию о состоянии рынков, основой служит скользящая средняя.

В данной работе проанализированы слабые и сильные стороны именно этого инструмента анализа, т.к. скользящая средняя (МА) является самым широко используемым и многоцелевым техническим индикатором, который может быть легко запрограммирован в компьютере, позволяя создавать эффективные, следующие за тенденцией системы технического анализа.

Скользящее среднее значение (МА) — один из старейших и наиболее распространенных инструментов технического анализа. МА показывает среднее значение цены за некоторый период времени. При расчёте скользящего среднего производится математическое усреднение цены акции за данный период.

Существует несколько типов скользящих средних. Единственное, чем скользящие средние разных типов отличаются друг от друга, это разные весовые коэффициенты, которые присваиваются последним данным. В случае простого скользящего среднего (SMA) все цены рассматриваемого периода имеют равный вес.

МА малого порядка очень чувствительна и может создавать много ложных сигналов, а средняя очень большого порядка будет вести себя весьма флегматично. То есть порядок средней, как и любой временной интервал при применении графических методов, важен для определения срочности составляемого прогноза.

МА сохраняет порядок, постоянно принимая в расчет данные, имеющие одинаковую актуальность. Однако это же самое свойство может давать и негативный эффект.

МА в своем скольжении во времени постоянно заменяет наиболее старое свое значение на вновь полученное. В этот момент полученное значение учитывается в первый раз. Второй раз это значение будет учтено в момент его устаревания и в связи с этим "ухода на пенсию" из ряда расчетных значений.

И, если в какой-то момент времени наиболее старое значение является еще и наиболее выпадающим по своей величине из общего ряда, то на следующем шаге средняя, рассчитанная уже без учета этого устаревшего значения, может достаточно сильно измениться. И, даже если текущая цена на этом шаге не изменится, то изменение самой средней может привести к неожиданному появлению сигнала.

Поэтому, в техническом анализе используются не только простые средние (МА), но и взвешенные скользящие средние (WMA). Цене, по которой прошел большой объем при расчете средней цены за период придается соответственный большой вес.

Некоторые аналитики посчитали, что последние цены имели большее значение. Тогда на свет появились экспоненциальные скользящие средние (ЕМА). Их отличие как раз и заключается в том, что больший вес при расчете среднего значения за период придается недавним данным, а вес старых данных уменьшен.

Чем короче интервал наблюдения, а следовательно, больше экспонента, чувствительность ЕМА возрастает, и, если это становится негативным фактором, то единственно верным решением будет расширение периода наблюдений, другими словами, использование приема сглаживания кривой ЕМА переходом на другую экспоненту.

Это можно делать и во второй и третий раз, помня лишь о том, что не соответствующее анализируемому рыночному циклу расширение интервала ЕМА ведет к потере ее чувствительности.

Ценное отличие ЕМА от других видов скользящих средних в том, что она меньше отстает от цены и выдает свои сигналы ближе к действительному положению последней. Каждая из этих средних имеет свои плюсы и минусы, а значит и наиболее подходящие сферы применения.

Под прогнозированием понимается научное (т.е. основанное на системе фактов и доказательств, установленных причинно следственных связей) выявление вероятных путей и результатов предстоящего развития явлений и процессов, оценку показателей, характеризующих эти явления и процессы для более или менее отдаленного будущего. Таким образом, прогнозирование является научной деятельностью, которая направлена на выявление изучение возможных альтернатив будущего развития и структуры его вероятных траекторий. Каждая альтернативная траектория развития связывается с наличием комплекса внешних относительно исследуемой системы (явления) условий.

Объектами прогнозирования, естественно, не могут являться любые явления или процессы. Если результат процесса однозначен, то его прогнозирование не имеет смысла. Напротив, если имеется множество возможных альтернатив для реализации процесса, то прогноз дает новую информацию.

Таким образом, прогнозирование распространяется на такие процессы, управление которыми и тем более планирование их развития (во всяком случае, в момент выработки прогноза) либо возможно в весьма малом диапазоне, либо совсем невозможно, исходя из современного уровня знаний или наличия инструментов управления, или, наконец, оно вполне возможно в принципе, но требует учета действия таких факторов, влияние которых не может быть полностью или однозначно определено.

Периодом упреждения при прогнозировании является отрезок времени от момента, для которого имеются последние статистические данные об изучаемом объекте, до момента, к которому относится прогноз. По длительности периода упреждения общепринято различать три вида прогнозов: краткосрочные – период упреждения от нескольких дней до года, полутора лет; среднесрочные – свыше года до 3–5 лет; долгосрочные – от 6 лет и выше. Указанные виды прогнозов, естественно, различаются по своему существу. Долгосрочные и, в известной мере, среднесрочные прогнозы нацелены на выявление общей тенденции развития характеристики. Обычно предполагается, что в будущем в силу воздействия кратковременных, в том числе случайных факторов, будут наблюдаться некоторые отклонения от этой тенденции. Краткосрочные прогнозы предназначены для выполнения другой функции. С их помощью пытаются уловить конкретные реализации изучаемого процесса, иначе говоря, краткосрочные прогнозы оценивают влияние тех факторов, которые и приводят к отклонениям от долговременных тенденций.

Распространенным приемом при выявлении тенденции развития является сглаживание временного ряда. Суть различных приемов сглаживания сводится к замене фактических уровней временного ряда расчетными уровнями, которые подвержены колебаниям в меньшей степени. Это способствует более четкому проявлению тенденции развития. Иногда сглаживание применяют как предварительный этап перед использованием других методов выделения тенденции (например, рассматриваемых в третьей главе).

Скользящие средние позволяют сгладить как случайные, так и периодические колебания, выявить имеющуюся тенденцию в развитии процесса, и поэтому, являются важным инструментом при фильтрации компонент временного ряда.

Алгоритм сглаживания по простой скользящей средней может быть представлен в виде следующей последовательности шагов:

- определяют длину интервала сглаживания g , включающего в себя g последовательных уровней ряда ($g < n$). При этом надо иметь в виду, что чем шире интервал сглаживания, тем в большей степени взаимопогашаются

колебания, и тенденция развития носит более плавный, сглаженный характер. Чем сильнее колебания, тем шире должен быть интервал сглаживания;

- разбивают весь период наблюдений на участки, при этом интервал сглаживания как бы скользит по ряду с шагом, равным 1;

- рассчитывают арифметические средние из уровней ряда, образующих каждый участок;

- заменяют фактические значения ряда, стоящие в центре каждого участка, на соответствующие средние значения.

При этом удобно брать длину интервала сглаживания g в виде нечетного числа: $g=2p+1$, т.к. в этом случае полученные значения скользящей средней приходятся на средний член интервала.

Наблюдения, которые берутся для расчета среднего значения, называются активным участком сглаживания.

При нечетном значении g все уровни активного участка могут быть представлены в виде:

$$y_{t-p}, y_{t-p+1}, \dots, y_{t-1}, y_t, y_{t+1}, \dots, y_{t+p-1}, y_{t+p},$$

а скользящая средняя определена по формуле:

$$y_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t+p} y_i}{2p+1} = \frac{y_{t-p} + y_{t-p+1} + \dots + y_{t+p-1} + y_{t+p}}{2p+1}, \quad (2.2)$$

где y_i - фактическое значение i -го уровня;

y_t - значение скользящей средней в момент t ;

$2p+1$ - длина интервала сглаживания.

Процедура сглаживания приводит к полному устранению периодических колебаний во временном ряду, если длина интервала сглаживания берется равной или кратной циклу, периоду колебаний.

При четном числе уровней принято первое и последнее наблюдение на активном участке брать с половинными весами:

$$y_t = \frac{\frac{1}{2} \cdot y_{t-p} + y_{t-p+1} + \dots + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + \dots + y_{t+p-1} + \frac{1}{2} \cdot y_{t+p}}{2 \cdot p} = \frac{\frac{1}{2} \cdot y_{t-p} + \sum_{i=t-p+1}^{t+p-1} y_i + \frac{1}{2} \cdot y_{t+p}}{2 \cdot p} \quad (2.3)$$

Метод простой скользящей средней применим, если графическое изображение динамического ряда напоминает прямую. Когда тренд выравниваемого ряда имеет изгибы, и для исследователя желательно сохранить мелкие волны, применение простой скользящей средней нецелесообразно.

Если для процесса характерно нелинейное развитие, то простая скользящая средняя может привести к существенным искажениям. В этих случаях более надежным является использование взвешенной скользящей средней.

При сглаживании по взвешенной скользящей средней на каждом участке выравнивание осуществляется по полиномам невысоких порядков. Чаще всего используются полиномы 2-го и 3-его порядка. Так как при простой скользящей средней выравнивание на каждом активном участке производится по прямой (полиному первого порядка), то метод простой скользящей средней может рассматриваться как частный случай метода взвешенной скользящей средней. Простая скользящая средняя учитывает все уровни ряда, входящие в активный участок сглаживания, с равными весами, а взвешенная средняя приписывает каждому уровню вес, зависящий от удаления данного уровня до уровня, стоящего в середине активного участка.

2.2.3 Экспоненциально взвешенное среднее

Весьма эффективным и надежным методом прогнозирования является экспоненциальное сглаживание. Основные достоинства метода состоят в возможности учета весов исходной информации, в простоте вычислительных операций, в гибкости описания различных динамик процессов. Метод экспоненциального сглаживания дает возможность получить оценку параметров тренда, характеризующих не средний уровень процесса, а тенденцию, сложившуюся к моменту последнего наблюдения. Наибольшее применение метод нашел для реализации среднесрочных прогнозов. Для метода экспоненциального сглаживания основным и наиболее трудным моментом является выбор параметра сглаживания α , начальных условий и степени прогнозирующего полинома.

Метод экспоненциального сглаживания, являющийся обобщением метода скользящего среднего, позволяет построить такое описание процесса (1.5), при котором более поздним наблюдениям при даются большие веса по сравнению с ранними наблюдениями, причем веса наблюдений убывают по экспоненте.

Рассмотрим ряд, убывающий во времени по экспоненциальному закону:

$$\alpha + \alpha \cdot (1 - \alpha) + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 + \alpha \cdot (1 - \alpha)^3 + \dots + \alpha \cdot (1 - \alpha)^n$$

Для истинного среднего его сумма должна стремиться к единице, если α лежит между нулем и единицей. Для $\alpha = 0,2$ получаем:

$$0,2 + 0,16 + 0,128 + 0,102 + 0,082 \text{ и т. д.}$$

Сумма ряда стремится к единице, а члены суммы убывают со временем.

С помощью экспоненциально взвешенного ряда экспоненциально взвешенное среднее u_t можно записать:

$$u_t = \alpha \cdot d_t + \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot d_{t-1} + \alpha \cdot (1-\alpha)^2 \cdot d_{t-2} + \alpha \cdot (1-\alpha)^3 \cdot d_{t-3} + \dots + \alpha \cdot (1-\alpha)^n \cdot d_{t-n}, \quad (2.4)$$

где α - константа сглаживания ($0 < \alpha < 1$);

d_t - текущее значение;

u_{t-1} - прошлое значение.

Последнее равенство можно переписать в эквивалентной форме:

$$u_t = \alpha \cdot d_t + \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot [\alpha \cdot d_{t-1} + \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot d_{t-2} + \alpha \cdot (1-\alpha)^2 \cdot d_{t-3} + \dots + \alpha \cdot (1-\alpha)^{n-1} \cdot d_{t-n}] \quad (2.5)$$

С помощью (2.5) u_t можно записать через другие члены последовательности:

$$u_{t-1} = \alpha \cdot d_{t-1} + \alpha \cdot (1-\alpha) \cdot d_{t-2} + \alpha \cdot (1-\alpha)^2 \cdot d_{t-3} + \alpha \cdot (1-\alpha)^3 \cdot d_{t-4} + \dots + \alpha \cdot (1-\alpha)^{n-1} \cdot d_{t-n} \quad (2.6)$$

Сумма членов в квадратных (2.3) есть как раз u_{t-1} . Подставляя u_{t-1} в уравнение (2.5), можно получить окончательно основное уравнение, определяющее простое экспоненциально взвешенное среднее:

$$u_t = \alpha \cdot d_t + (1-\alpha) \cdot u_{t-1} \quad (2.7)$$

Для построения прогноза по экспоненциально взвешенному среднему необходимо задать лишь начальную оценку прогноза; дальнейшее прогнозирование возможно незамедлительно по поступлении свежих данных.

Для вычисления экспоненциально взвешенного среднего u_t требуются всего два значения: прошлое значение среднего u_{t-1} и текущее значение d_t .

Экспоненциально сглаженный ряд находится по рекуррентной формуле:

Т а б л и ц а 2.1 – Константа сглаживания

α	n
0,05	39
0,1	19
0,2	9
0,3	5,66 (≈ 6)

Чувствительность экспоненциально взвешенного среднего в целях повышения адекватности прогностической системы может быть в любой момент времени изменена путем изменения величины α . Чем выше α , тем выше чувствительность среднего; чем ниже α , тем устойчивее становится

экспоненциально взвешенное среднее. На практике не рекомендуется брать значения ниже 0,05, так же как и выше 0,3. И наконец, если более подходящими оказываются более высокие значения α , то это указывает на нарушение условий стационарности. Вместе с тем на практике встречаются модели скользящего среднего и со значением α больше 0,3. Разумеется, когда по ходу задачи необходимо повысить чувствительность прогноза к исходным данным и это делается вполне профессионально, такое высокое значение α не оставляет сомнений.

Это объясняется тем, что, чем ближе нулю α , тем больше длина исходного ряда наблюдений $t \rightarrow \infty$ и, следовательно, тем меньше ошибка прогноза. Поэтому для уменьшения ошибки прогноза необходимо выбирать минимальное α .

Таким образом, использование (2.1)-(2.2) приводит к противоречию при определении параметра сглаживания: с уменьшением α уменьшается среднеквадратическая ошибка, но при этом возрастает ошибка в начальных условиях, что в свою очередь влияет на точность прогноза.

Кроме того, при использовании соотношений (2.3) (2.4) необходимо принимать во внимание следующие обстоятельства, а именно: эти выражения получены для бесконечно длинных рядов без учета автокорреляции наблюдений. На практике мы имеем дело с конечными рядами, характеризующимися внутренней зависимостью между исходными наблюдениями. Все это снижает целесообразность использования соотношений (2.5)-(2.6)

В ряде случаев параметр α выбирается таким образом, чтобы минимизировать ошибку прогноза, рассчитанного по ретроспективной информации.

Весьма существенным для практического использования является вопрос о выборе порядка прогнозирующего полинома, что во многом определяет качество прогноза. Превышение второго порядка модели не приводит к существенному увеличению точности прогноза, но значительно усложняет процедуру расчета

Рассмотренный метод является одним из наиболее надежных и широко применяется в практике прогнозирования. Одно из наиболее перспективных направлений развития данного метода представляет собой метод разностного прогнозирования, в котором самоэкспоненциальное сглаживание рассматривается как частный случай.

3. Прогнозирование трафика информационно-технического центра

3.1 Оценка стационарности трафика

В данной диссертации рассматривается возможность применения методов экстраполяции тренда и скользящей средней для определения прогнозных оценок входящего трафика Call-центра с горизонтом прогноза 1-3 дня.

Объектом исследования послужил Call-центр одного из операторов связи г. Алматы. Call-центр, рассчитанный на 20 рабочих мест, функционирует в дневное время с 8.00 до 21.00 часа семь дней в неделю. Общий штат операторов составляет 49 человек. Звонки поступают как с мобильных телефонов, так и с телефонной сети общего пользования. Число звонков в течении часа достигает 400 вызовов, в течении дня - 5000 и в течении месяца - 148000 вызовов.

Операторы Call-центра осуществляют консультации по различным вопросам, касающимся услуг телекоммуникаций. Производится прием заявок на установку, перенос, переоформление, разблокирование городского телефона, а также на подключение к услугам, предоставляемым оператором связи.

Анализ производился на основе статистических данных о входящем трафике центра за январь и февраль 2013 года.

Для целесообразности применения метода экстраполяции тренда необходимо выявить наличие тенденции (тренда) ряда динамики, т.е. выполнить проверку ряда на стационарность.

Простым способом анализа на стационарность является сравнение его параметров, сгруппированных для начала, середины и конца ряда. Разбив ряд на две группы, для каждой из них вычисляют среднее значение по формуле (3.1) и величину дисперсии по формуле (3.2). Затем эти параметры сравниваются для отдельных отрезков исходного ряда.

$$\hat{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} \quad (3.1)$$

где n -число уровней ряда, $\sum Y_i$ -сумма всех наблюдений;

$$\delta^2 = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2}{n_1 - 1} \quad (3.2)$$

где Y_i - отдельные наблюдения, \hat{Y}_1 -средняя арифметическая, n -число наблюдений.

Так, для установления факта стационарности ряда относительно его центральной тенденции (отсутствия нециклического тренда) сравнение средних арифметических выборок производится по t -критерию (критерий Стьюдента):

$$t = \frac{\hat{Y}_2 - \hat{Y}_1}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2(n_1-1) + \sigma_2^2(n_2-1)}{n_1+n_2} * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}} \quad (3.3)$$

Рассмотрим метод анализа на стационарность ряда за январь месяц.

Разделим ряд на две составляющие: Первая часть-с первого по 16-е января и вторая- с17 по 31 число.

Находим среднюю арифметическую для обеих частей ряда.

$$\hat{Y}_1 = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{2011+1421+6288+6082+3950+1942+2492+8000+(\dots)+7136+5873+5743}{16} = 4588$$

$$\hat{Y}_2 = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{5613+5695+3822+1626+8832+5695+5113+5537+(\dots)+4555+5245+5224}{15} = 4660$$

Находим дисперсии для обеих частей ряда.

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2}{n_1 - 1} = \frac{(2011-4581)^2 + (1421-4581)^2 + (6288-3)^2 + (\dots)^2 + (5743-4581)^2}{15} = 2968787$$

$$\sigma_2^2 = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_2)^2}{n_2 - 1} = \frac{(5613-4660)^2 + (5695-4660)^2 + (3822-4660)^2 + (\dots)^2 + (5224-4660)^2}{14} = 488765$$

Теперь найдем критерий

$$t = \frac{\hat{Y}_2 - \hat{Y}_1}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2(n_1-1) + \sigma_2^2(n_2-1)}{n_1+n_2} * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}} = \frac{72}{\sqrt{\frac{296821*14 + 187465*13}{29} * \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{1}{14}}}} = \frac{72}{22} = 3,27$$

Степень свободы при расчете t-критерия определяются как $df = n_1 + n_2 - 2$

$$df = 15 + 14 - 2 = 29$$

Полученное значение сравниваем с приведенными оценками критерия при $P=0,05$.

$$t_{\text{табличное}} = 2,04$$

$$t_{\text{расчетное}} = 3,27.$$

Если расчетное t меньше табличного, находящегося в графе, соответствующей уровню значимости $P=0,05$, то различия между средними признаются несущественными. Так как у нас $t_{\text{расчетное}} > t_{\text{крит.}}$, ряд получился нестационарный, что позволяет использовать для прогнозирования метод экстраполяции тренда.

3.2 Прогнозирование методом экстраполяции тренда

Линейный тренд – это функция $y = ax + b$, где

Значение x – это номер периода во временном ряду, номер месяца;

y – это последовательность значений, которые мы анализируем (например, трафик по дням недели.)

b – точка пересечения с осью y на графике (минимальный уровень);

a – это значение, на которое увеличивается следующее значение временного ряда;

Причем, если $a > 0$, то динамика роста положительная,

Если $a < 0$, то динамика тренда отрицательная, т.е. например, прогноз трафика будет давать большую ошибку. Линейный тренд стоит применять для прогнозирования временных рядов, данные которых увеличиваются или убывают с постоянной скоростью.

Для расчета прогноза ограничимся периодом предыстории с 1-го по 28 января, найдем прогнозные оценки на 29, 30 и 31 числа месяца и сравним их с фактическими данными трафика за эти дни же дни.

Таблица 3.1-Прогноз методом экстраполяции тренда (январь 2013 года).

Дни месяца	Исходный трафик	$Y = 4585,4 + 14,615 t$
1	2011	4599
2	1421	4614
3	6288	4628
4	6082	4643
5	3950	4658
6	1942	4678
7	2492	4682
8	8000	4698
9	7541	4704
10	6433	4726
11	5715	4734
12	4645	4752
13	2146	4774
14	7136	4789
15	5873	4809
16	5743	4832
17	5613	4849
18	5695	4867
19	3822	4879
20	1626	4886
21	8832	4892
22	5695	4905
23	5113	4920
24	5834	4935
25	4369	4950
26	3012	4969
27	1458	4974
28	5267	4981

Рассчитанный за 28 дней месяца (период предыстории) линейный тренд описывается функцией вида $Y = 4585,4 + 14,615t$.

Для прогнозирования нам необходимо продлить линию тренда и определить её значения.

Линейный тренд трафика за январь приведен на рисунке 3.1.

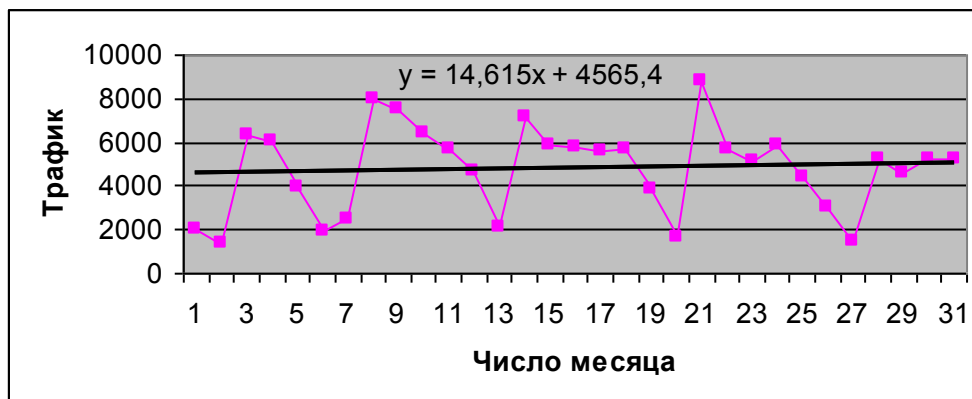


Рисунок 3.1- Линейный тренд трафика за январь

Теперь рассчитаем линейный тренд за февраль месяц. Для расчета прогноза ограничимся периодом предыстории с 1-го по 25 февраля, найдем прогнозные оценки на 26, 27 и 28 числа месяца и сравним их с фактическими данными трафика за эти дни же дни.

Таблица 3.2 Прогноз методом экстраполяции тренда (февраль 2013 года).

Дни месяца	Исходный трафик	$Y = 40,32x + 4684$
1	7014	4684
2	3575	4764
3	1815	4804
4	7407	4845
5	5888	4885
6	5357	4925
7	6004	4965
8	4706	5006
9	4276	5046
10	2501	5086
11	6888	5120
12	5822	5166
13	5633	5208
14	6700	5248
15	5130	5288
16	3553	5332
17	2552	5368

18	6863	5360
19	5747	5447
20	5148	5490
21	8832	5530
22	5695	5980
23	5113	6025
24	5834	6185
25	4369	6234

Рассчитанный за 25 дней месяца (период предыстории) линейный тренд описывается функцией вида $Y = 40,32x + 4684$

Линейный тренд трафика за февраль приведен на рисунке 3.2

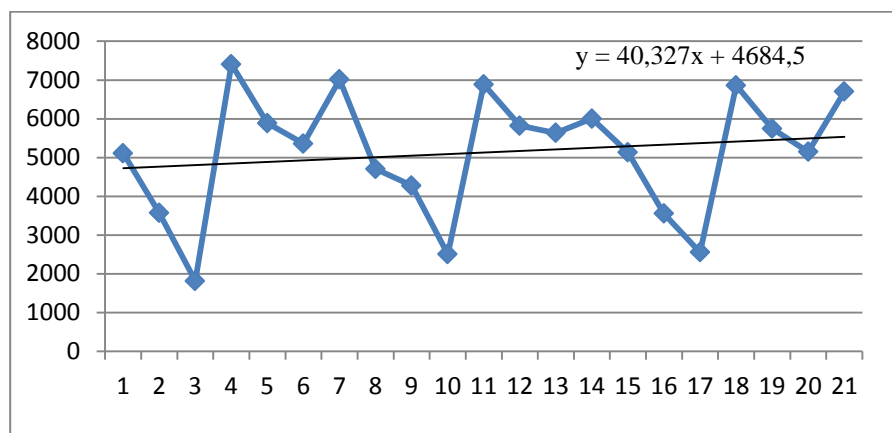


Рисунок 3.2- Линейный тренд трафика (февраль 2013)

Сопоставление прогнозных оценок с фактическими данными (таблицы 3.1 и 3.2) позволило выявить, что абсолютная ошибка прогнозирования на один день вперед составила 434 вызова, относительная – 8,6%. При прогнозе на 2 дня эти же показатели составили 242 вызова и 4,6% соответственно. Ошибка при прогнозировании сроком до 5 дней не превышает 9,5%.

3.3 Прогнозирование методом скользящей средней

Вторым методом, которым был рассчитан прогноз, явилось скользящее среднее. В связи с тем, что рассматриваемый временной ряд имеет тренд и сезонную компоненту с периодом сезонности $n = 7$ дней, длину интервала сглаживания принимаем равной $n = 2p + 1$. Поскольку значение n у нас нечетное, скользящая средняя будет определена по формуле 3.4:

$$y_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t+p} y_i}{2p+1} = \frac{y_{t-p} + y_{t-p+1} + \dots + y_{t+p-1} + y_{t+p}}{2p+1} \quad (3.4)$$

где y_i - фактическое значение i -го уровня;
 y_t - значение скользящей средней в момент t ;
 $2p+1$ - длина интервала сглаживания.

Таблица 3.3 Расчет методом скользящей средней (январь 2013)

Дни месяца	Исходный трафик	Расчет методом скользящей средней за январь
4	6082	5455
5	3950	4311
6	1942	1185
7	2492	2206
8	8000	7153
9	7541	6253
10	6433	5282
11	5715	5945
12	4645	5641
13	2146	3384
14	7136	5267
15	5873	5264
16	5743	5147
17	5613	5073
18	5695	5315
19	3822	4289
20	1626	3199
21	8832	5231
22	5695	5042
23	5113	4926
24	5834	4902

25	4369	4393
26	3012	4230
27	1458	2249
28	5267	4161

Принимаем период сглаживания равнымодной неделе ($n=7$).

Входящий трафик и его выравнивание с помощью скользящей средней по дням недели графически представлены на рисунке 3.3. Прогнозные значения входящего трафика на 29,30 и 31 января принимаем равными сглаженному значению на 28 января.

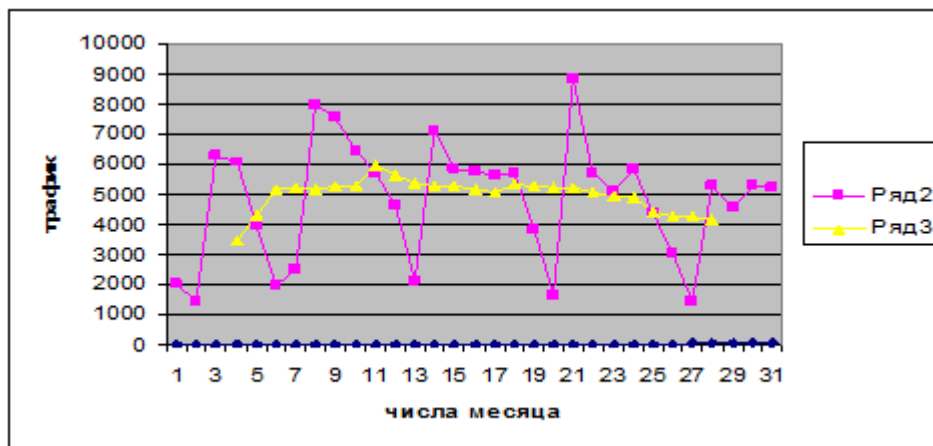


Рисунок 3.3– Сглаживание ряда методом скользящей средней (январь 2013)

Теперь рассчитаем прогноз методом скользящей средней за февраль месяц.

Таблица 3.4 Расчет методом скользящей средней (февраль 2013)

Дни месяца	Исходный трафик	Расчет методом скользящей средней за январь
4	7407	5166
5	5888	5108
6	5357	5209
7	7014	6291
8	4706	5232
9	4276	5223
10	2501	5262
11	6888	5118

12	5822	5179
13	5633	5075
14	6004	5083
15	5130	5079
16	3553	5068
17	2552	4999
18	6863	5099
19	5148	5166
20	8832	7908
21	5695	5209
22	5113	6291
23	5834	5232
24	4276	4223
25	2501	2262

Входящий трафик и его выравнивание с помощью скользящей средней по дням недели графически представлены на рисунке 3.4. Прогнозные значения входящего трафика на 26, 27 и 28 февраля принимаем равными сглаженному значению на 25 февраля.

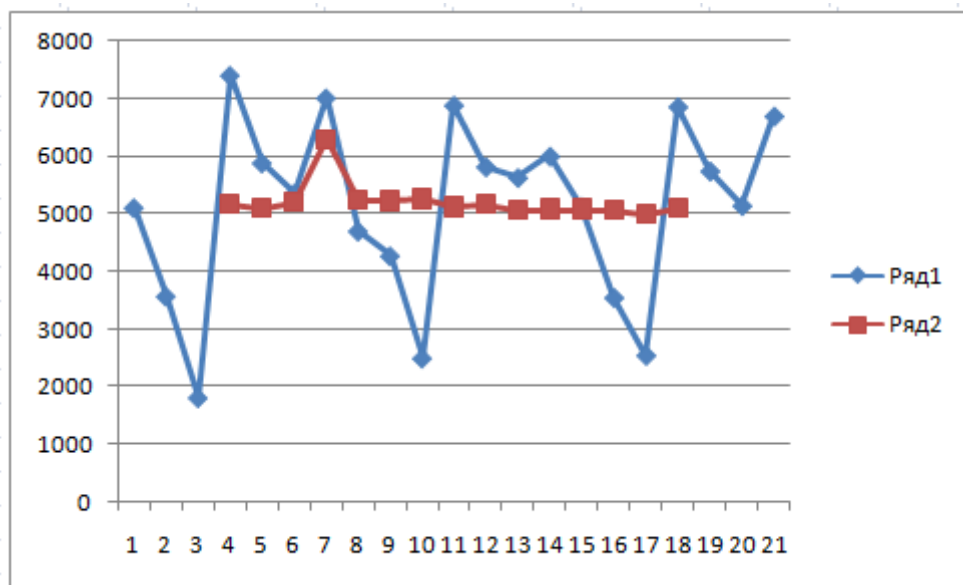


Рисунок 3.3– Сглаживание ряда методом скользящей средней (февраль 2013)

На рисунке 3.3 отражены ряд, сглаженный методом скользящей средней за февраль, то есть ряд 1 – входящий трафик, ряд – 2 выравнивание с помощью скользящей средней.

3.4 Прогнозирование методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности.

Учет неравномерности поступления нагрузки по дням недели при прогнозировании можно учесть с помощью коэффициентов (индексов) суточной неравномерности. Формулу расчета индекса суточной неравномерности можно записать в следующем виде:

$$I_s = \left[\frac{\sum y_i}{y_t} \right] : n \quad (3.5)$$

где I_s – индекс неравномерности S -го дня недели,

n – число одноименных периодов,

y_i – исходные данные,

y_t – выровненные данные (тренд) за тот же период, что и y_i .

Расчитаем методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности за январь. Прогнозные значения приведены в таблице 3.5

Таблица 3.4 Расчет методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности (январь 2013)

Дни месяца	Исходный трафик	$Y = 4585,4 + 14,615 t$	Расчет методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности
1	2011	4599	1457
2	1421	4614	1026
3	6288	4628	3386
4	6082	4643	3254
5	3950	4658	2342
6	1942	4678	1185
7	2492	4682	1206
8	8000	4698	4326
9	7541	4704	3547
10	6433	4726	5282

11	5715	4734	3945
12	4645	4752	3641
13	2146	4774	1384
14	7136	4789	3267
15	5873	4809	2264
16	5743	4832	2147
17	5613	4849	2073
18	5695	4867	2315
19	3822	4879	1289
20	1626	4886	1199
21	8832	4892	6231
22	5695	4905	3042
23	5113	4920	4926
24	5834	4935	3902
25	4369	4950	3393
26	3012	4969	2230
27	1458	4974	1249
28	5267	4981	4161

Расчитаем методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности прогноз на февраль. Прогнозные значения приведены в таблице 3.6

Таблица 3.6 -Расчет методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности (февраль 2013)

Дни месяца	Исходный трафик	$Y = 40,32x + 4684$	Расчет методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности
1	7014	4684	4991
2	3575	4764	2501
3	1815	4804	1259
4	7407	4845	5108
5	5888	4885	3347
6	5357	4925	3108

7	6004	4965	4987
8	4706	5006	3267
9	4276	5046	3198
10	2501	5086	1287
11	6888	5120	4578
12	5822	5166	3987
13	5633	5208	3641
14	6700	5248	4950
15	5130	5288	3610
16	3553	5332	2853
17	2552	5368	1259
18	6863	5360	4873
19	5747	5447	3468
20	5148	5490	3298
21	8832	5530	6753
22	5695	5980	3871
23	5113	6025	3625
24	5834	6185	3506
25	4369	6234	2374

В результате проведенных расчетов в таблице 3.5и 3.6 получен ряд индексов, характеризующих неравномерность поступления нагрузки по дням недели.

3.5 Прогноз трафика на конкретный день недели

Как видно выше, мы прогнозировали трафика за месяц тремя методами. Поскольку наибольшая нагрузка входящего трафика приходится на понедельник, рассчитаем прогнозную оценку нагрузки на этот день недели, используя данные входящего трафика за понедельник в течение двух месяцев (январь и февраль).

Для расчета прогноза методом экстраполяции тренда ограничимся периодом предыстории, включающим 7 понедельников (4 в январе и 3 в феврале), найдем прогнозные оценки на 25 февраля (восьмой понедельник). Сравним прогнозное значение с фактическим трафикомна это число. Строим

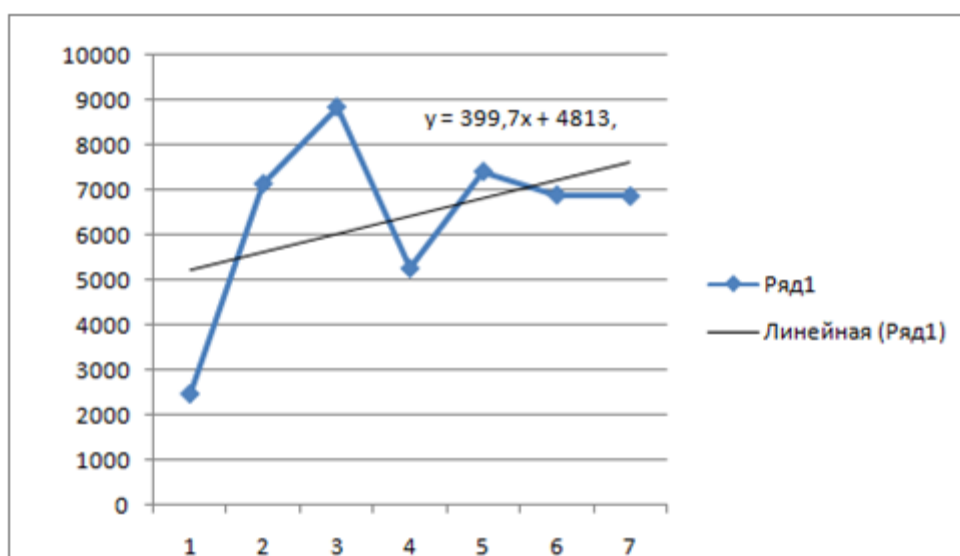


график в Excel и видим по оси x — время, по оси y – трафик.

Рисунок 3.4- Линейный тренд трафика за понедельник

Рассчитанный линейный тренд описывается функцией вида $Y=399x+4813$.

Таблица 3.7. -Расчет прогноза методом экстраполяции тренда (понедельник)

Порядковый номер понедельника	Исходный трафик	$Y= 399,7x+4813$
1	5965	5212
2	7136	5611
3	8832	6012
4	5267	6423
5	7407	6935
6	6888	7356
7	6863	7753

Прогноз методом экстраполяции тренда на 25 февраля (восьмой понедельник) составил 7984.

Вторым методом, которым был рассчитан прогноз на восьмой понедельник, явилось скользящее среднее. Поскольку значение n у нас нечетное, скользящая средняя будет определена по формуле (3.4):

- где y_i - фактическое значение i -го уровня;
- y_t - значение скользящей средней в момент t ;
- $2p+1$ - длина интервала сглаживания.

Таблица 3.8 -Расчет методом скользящей средней на понедельник

Порядковый номер понедельника	Исходный трафик	Расчет скользящих средних
1	5965	5985
2	7136	7965
3	8832	8396
4	5267	4987
5	7407	6987
6	6888	6105
7	6863	5992

Входящий график и его выравнивание с помощью скользящей средней на конкретный день недели графически представлены на рисунке 3.4.

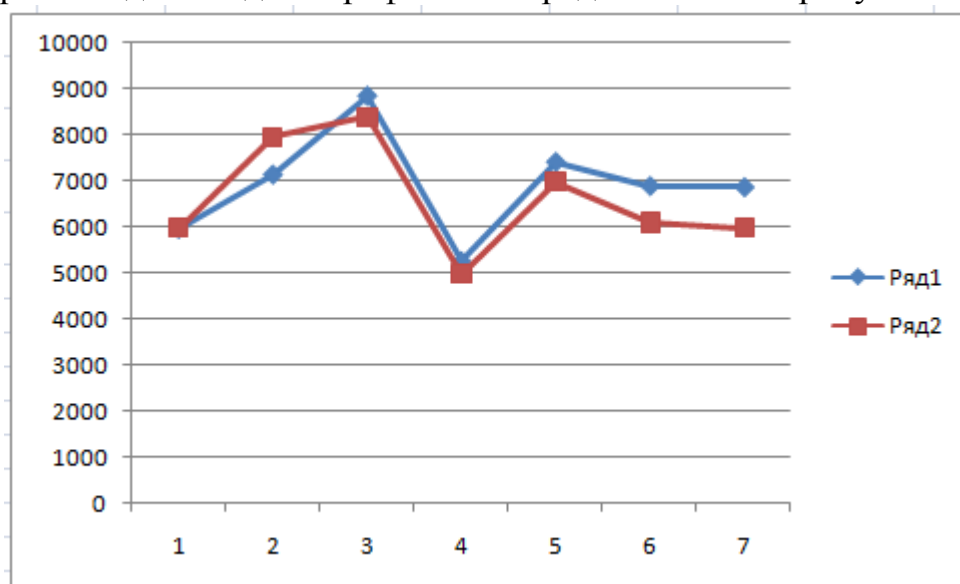


Рисунок 3.4– Сглаживание ряда методом скользящей средней

Прогнозные оценки входящего трафика на 25 февраля принимаем равными сглаженному значению на седьмой понедельник, т.е. 5992.

Выполним сравнение прогнозных оценок, рассчитанных двумя методами в таблице 3.9.

Таблица 3.9 Сопоставление прогнозных оценок на 25 февраля

Поряд.номер понедельника	Метод экстраполяции тренда	Метод скользящей средней	Фактический трафик
1	7275	5992	6347

Таблица 3.10 -Оценка точности прогноза на понедельник

Порядковый номер понедельника	Фактический входящий трафик y_i	Абсолютная ошибка, $\Delta_1 = y_i - y_x$		Относительная ошибка, $\beta = \frac{\Delta_1}{y_i} * 100\%$	
		Скользящая средняя	Экстраполяция тренда	Скользящая средняя	Экстраполяция тренда
1	6347	199	2092	4,73	25,2

Ошибка аппроксимации, рассчитанная для прогнозирования на каждый понедельник по формуле (3.6), при расчете методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности – 21,6% и метод скользящей средней дает ошибку аппроксимации 4,5%.

Результаты краткосрочного прогнозирования входящего трафика Call-центра на понедельник позволили выявить, что наибольшую точность дает прогноз, рассчитанный методом скользящей средней с периодом скольжения 7 дней.

3.6 Оценка точности прогноза

Очевидно, что точность прогноза тем выше, чем меньше величина ошибки, которая представляет собой разность между прогнозируемым и фактическим значением исследуемой величины.

Таблица 3.11 – Прогнозные оценки трафика (январь 2013)

Дата	Метод экстраполяции тренда	Метод экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности по дням недели	Метод скользящий средней	Фактический трафик
29.01	4989	5600	4161	4555
30.01	5003	5200	4161	5245
31.01	5018	6300	4161	5224

Таблица 3.12 - Оценка точности прогноза (январь 2013)

Дата	Фактический входящий трафик y_i	Абсолютная ошибка, $\Delta_1 = y_i - y_x$			Относительная ошибка, $\beta = \frac{\Delta_1}{y_i} * 100\%$		
		Скользящая средняя	Экстраполяция тренда	Экстраполяция с учетом индекса неравномерности	Скользящая средняя	Экстраполяция тренда	Экстраполяция с учетом индекса неравномерности
29.01	4555	394	-434	-1045	8,6	9,5	22,9
30.01	5245	1084	242	45	2,1	4,6	0,9
31.01	5224	1063	206	-1076	2,0	3,9	20,5

Ошибка аппроксимации, рассчитанная для прогнозирования на 1-3 дня по формуле (3.6), при расчете методом линейной экстраполяции составила 6,0%, при расчете методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности – 14,7% и метод скользящей средней дает ошибку аппроксимации 4,23%.

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \cdot \sum \frac{|y - y_x| \cdot 100}{y} \quad (3.6)$$

Таблица 3.13 – Прогнозные оценки трафика (февраль 2013)

Дата	Метод экстраполяции тренда	Метод экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности по дням недели	Метод скользящей средней	Фактический трафик
26.02	6248	5600	6801	4351
27.02	6361	5200	6801	5983
28.02	6298	6300	6801	6097

Таблица 3 - Оценка точности прогноза (февраль 2013)

Дата	Фактический входящий трафик y_i	Абсолютная ошибка, $\Delta_1 = y_i - y_x$			Относительная ошибка, $\beta = \frac{\Delta_1}{y_i} * 100\%$		
		Скользящая средняя	Экстраполяция тренда	Экстраполяция с учетом индекса неравномерности	Скользящая средняя	Экстраполяция тренда	Экстраполяция с учетом индекса неравномерности
26.02	4351	294	476	2396	7,5	12,3	11,6
27.02	5983	1602	-237	164	3,1	2,6	6,9
28.02	6097	1044	304	-2076	2,9	9,9	19,5

Ошибка аппроксимации, рассчитанная для прогнозирования за февраль на 1-3 дня по формуле (3.6), при расчете методом линейной экстраполяции составила 7,1%, при расчете методом экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности – 19,3% и метод скользящей средней дает ошибку аппроксимации 3,37%.

Расчеты показали, что наибольшую точность прогноза в январе и феврале месяца обеспечивает метод скользящей средней. Ошибка не превышает 5%.

Заключение

Диссертация посвящена проблеме краткосрочного прогнозирования входящего трафика Call-центра. В первой главе проведен анализ современного состояния исследований и анализа трафика Call-центра. Рассмотрены вопросы эволюции ЦОВ, назначение и область применения современных Call – центров. Показана неравномерность трафика по часам суток и по дням недели.

Во второй главе рассмотрена возможность применения существующих методов моделирования и прогнозирования одномерных временных рядов для исследования входящего трафика Call-центра. Анализируются методы экстраполяции тренда, скользящей средней, экстраполяции тренда с учетом индекса неравномерности, экспоненциального сглаживания.

В третьей главе приведены результаты прогнозирования трафика конкретного Call-центра. Проведена оценка стационарности трафика, позволившая выявить тренд в статистических данных трафика в течение месяца. Рассчитаны прогнозные оценки трафика различными методами с горизонтом прогнозирования 1-3 дня. Определен прогноз на конкретный день недели, имеющий, как правило, наибольшую нагрузку. Выбран метод краткосрочного прогнозирования, обеспечивающий наибольшую точность прогноза.

Результаты краткосрочного прогнозирования входящего трафика Call-центра позволили выявить, что наибольшую точность дает прогноз, рассчитанный методом скользящей средней с периодом скольжения 7 дней. Предложенная методика прогнозирования может быть использована в аналогичных Call-центрах операторов связи для обеспечения качественного обслуживания клиентов.

Список литературы

1. Фрейнкман В. А Гольдштейн Б.С., Call-центры и компьютерная телефония, СПб.: БХВ, 2002.
2. Туманбаева К.Х., Лещинская Э.М. , Демесенова К. Повышение эффективности функционирования Call-центра//Труды международной научно - образование, наука практика», Алматы, КазНТУ, 2012
3. Пинчук А.В Гольдштейн Б.С.,, Суховицкий А.Л. IP-телефония. М.: Радио и связь, 2001.
4. Ваняшин С, Росляков А. В., Математические модели центров обслуживания вызовов, М.: Ириас, с 48, 2006
5. Зарубин А. А. Call и контакт-центры: эволюция технологий и математических моделей// Вестник связи, №8, с 85-88, 2003.
6. Диби В. Н., Моделирование контакт-центров с отложенным обслуживанием заявок на информационные услуги // Изв. Вузов России, Радиоэлектроника. СПб, 2010.- № 3.- С. 55- 57.
7. Туманбаева К.Х., Терликбаева Г.Б. Моделирование процесса функционирования Call – центра//Тезисы докладов 8-ой Междунар. научно-техн. конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование», Алматы, 2012.
8. Диби В.Н., Результаты исследования on/off-line контакт-центров Тез, Докл. 63-й научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов: материалы/ГОУВПО СПбГУТ.- СПб, 2011.- С. 266
9. Диби, В.Н Зарубин А.А.,. Исследование off-line контакт-центр // Тез, Докл. 62-й научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов: материалы/ГОУВПО СПбГУТ.- СПб, 2010.- С.24-25
10. Самолюбова А.Б. Call center на 100%: Практическое руководство по организации центра обслуживания вызовов – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004 – 309 с.
11. Самохвалова С.С, Крылов В,В.,. Теория телетрафика и её приложения. – СПб, 2005.
12. Nicolas and Bambos Mor Armony. Queueing dynamics and maximal throughput scheduling in switched processing systems. Queueing Systems, 44(3):209-252, 2003.
13. Зарубин А.А. Call- и контакт-центры: эволюция технологий и математических моделей // Вестник связи. – 2003. - №8. – С. 65-68

14. Amit Bhatnagar An Analysis of Frequency and Duration of Search on the Internet // Journal of Business, University of Chicago Press, vol. 77(2), pages 311-330,2004

15. Guillaume Urvoy-Keller Idris A. Rai, , Ernst W. Biersack. Analysis of LAS scheduling for job size distributions with high variance. Proceedings of the 2003 ACM SIGMETRICS international conference on measurement and modeling of computer systems. ACM Press, pp 118-128, 2008

16. Пономарев Д.Ю. Свойство самоподобия телефонной нагрузки. Современные проблемы радиоэлектроники. Всероссийская дистанционная научно-техническая конференция молодых ученых и студентов. Красноярский государственный технический университет, 2007.

17. Колеватов А.С, Диби В.Н., Беляев В.Р. Оптимизация приоритетной модели операторской подсистемы контакт-центра страховой компании с приоритетным обслуживанием запросов на информационные услуги // Вестник Российской военно-медицинской академии (Приложение).- 2011.- № 1(33).- С. 42-43

18. Туманбаева К.Х., Лещинская Э.М. Анализ и прогнозирование входящего трафика CALL-Центра //Труды III Международной научно-практической конференции «Информатизация общества» - Астана, 2012.

19.Туманбаева К.Х., Терликбаева Г.Б. Моделирование процесса функционирования Call – центра//Тезисы докладов 8-ой Междунар. научно-техн. конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование», Алматы, 2012.

20. <http://vtit.kuzstu.ru/files/growns//78/Khlebnikov.pdf>

21. http://www.iupr.ru/domains_data/files/zurnalosnovnoy_6_2013

22. <http://www.studmed.ru>