

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра системного анализа и управления

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой САиУ

Ю.В. Ильюшин

«27» октября 2020 г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРА**

Студент	Замыцкий М.С.	170734	27.03.03
	(Фамилия, И. О.)	(Шифр)	(Код направления)

Тема: «Системное исследование IT-компаний с использованием моделей
массового обслуживания»

Исходные данные для анализа:

*Статистические данные компании ООО «АДМИНРЕНТ», полученные
при прохождении производственной практики. Результаты
преддипломной практики.*

Содержание пояснительной записки:

Аннотация

Введение:

*Постановка задачи. Объяснение необходимости исследования
эффективности деятельности компании.*

Аналитический раздел:

*Анализ состояния исследованности проблемы. Рассмотрение задач
проводимого исследования. Анализ и изучение литературы по*

проблематике. Сбор информации о компании ООО «АДМИНРЕНТ». Анализ внутренней структуры компании и ее деятельности. Определение дальнейшего порядка исследования на основе обозначенных ключевых недостатков в работе компании.

Исследовательский раздел:

Исследование статистических данных по сбоям в работе серверов на предприятиях.

Построение прогноза сбоев серверов на предприятиях.

Исследование зависимости общего процента вероятности сбоя серверов от их комплектующих с помощью многомерного корреляционно-регрессионного анализа.

Общий анализ исследования с целью и рекомендации по оптимизации работы компании.

1. Специальный раздел:

Построение имитационной модели работы отдела компании «АДМИНРЕНТ» по принятию и оформлению заявок в среде GPSS World для поиска оптимальных режимов работы.

Список использованных источников:

1. Первухин Д.А. Теория и методы прогнозирования / Д.А. Первухин, О.В. Афанасьева // Спб.: ООО «СатисЪ», 2014, 139 с.
2. Афанасьева О.В. Системное моделирование (учебно-методический комплекс для студентов бакалавриата направления 27.03.03) / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин // СПб.: изд-во Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015, 155 с.
3. Афанасьева О.В. Теория и практика моделирования сложных систем: Учебн. пособие / О.В. Афанасьева О.В., Е.С. Голик, Д.А. Первухин. СПб.: СЗТУ, 2005, 131 с.
4. Колесниченко С.В. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. Системный анализ данных: Учебное пособие по выполнению практических и лабораторных работ. Спб.: СПбГУ, 2017, 112 с.
5. Афанасьева О. В. Информационно-вероятностный анализ сложных систем / Афанасьева О. В., Клавдиев А.А. СПб.: Политехн. ун-та, 2017, 138 с.
6. Голик Е.С. Теория и методы статистического прогнозирования: учебное пособие / Е.С. Голик, О.В. Афанасьева. – СПб.: СЗТУ, 2008, 182 с.

7. Основы системного анализа и управления: учебник / О. В. Афанасьева, С.В. Колесниченко, А.А. Клавдиев, Д.А. Первухин СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2018, 551 с.

Автор работы

(подпись, дата)

Замыцкий М.С.

(Ф.И.О)

Руководитель работы

(подпись, дата)

Афанасьева О.В.

(Ф.И.О)

Аннотация

В выпускной квалификационной работе была исследована деятельность IT-компании ООО «АДМИНРЕНТ» с помощью методов системного анализа. Целью работы является повышение эффективности работы компании.

Основной задачей работы является оптимизация компании и устранение выявленных проблем. Был построен ряд прогнозных моделей показателя количества технических неисправностей серверов на предприятиях для оценки возможных будущих издержек, связанных с ремонтом неисправного оборудования. Второй этап работы заключается в построении многомерного корреляционно-регрессионного анализа зависимости вероятности сбоя серверов от вероятностей сбоя различных комплектующих. Завершает исследование имитационное моделирование ремонтного отдела компании с поиском оптимальных параметров работы.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку объемом 62 стр., вкл. 4 табл., 44 рис., библиографический список из 22 наименований.

Abstract

In the graduation paper, the activities of the IT-company LLC "ADMINRENT" were investigated using the methods of system analysis. The purpose of the work is to increase the efficiency of the company.

The main task of the work is to optimize the company and eliminate the identified problems. A number of predictive models of the indicator of the number of technical failures of servers at enterprises have been built to assess the possible future costs associated with the repair of faulty equipment. The second stage of the project is to build a multivariate correlation-regression analysis of the dependence of the probability of server failure on the probability of failure of various components. The study is completed by simulation modeling of the company's repair department with the search for optimal performance parameters.

The graduation paper consists of 62 pages, incl. 4 tables, 44 figures and 22 references.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
Глава 1. Теоретическая часть.....	9
1.1. Состояние изученности проблемы	9
1.1.1. Актуальность проблемы	9
1.1.2. Цель и задачи исследования	9
1.1.3. Анализ существующих исследований.....	10
1.2. Аутсорсинг.....	12
1.3. Ит-аутсорсинг.....	13
1.4. Анализ деятельности предприятия ооо «админрент».....	15
1.5. Обзор объекта исследования – серверов.....	16
Глава 2. Исследовательская часть.....	22
2.1. Оценка основного показателя качества.....	22
2.1.1. Анализ предметной области.....	22
2.1.2. Проверка гипотезы на наличие тенденции	23
2.1.3. Выбор оптимальной прогнозной модели	27
2.1.4. Обоснование периода упреждения прогноза.....	39
2.1.5. Получение точечного и интервального прогноза.....	40
2.2. Многомерный корреляционно-регрессионный анализ.....	41
2.2.1. Анализ факторов и сбор статистических данных.....	41
2.2.2. Расчет параметров уравнения регрессии.....	43
2.2.3. Расчет средних коэффициентов эластичности	44
2.2.4. Оценка значимости уравнения регрессии	45
2.2.5. Оценка качества уравнения через среднюю ошибку аппроксимации.....	46
2.2.6. Оценка статистической значимости коэффициентов регрессии.....	47
2.2.7. Отбор информативных факторов.....	48
2.2.8. Построение и проверка модели с информативными факторами	48
2.3. Выводы по второй главе.....	50
Глава 3. Специальная часть	52
3.1. Моделирование в программе gpss world работы ремонтного отдела компании «админрент»	52
3.2. Оптимизация ремонтного отдела компании	56
3.3. Выводы по третьей главе.....	59
Заключение	60
Список использованных источников.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Третья научно-техническая революция привнесла в жизни людей новый подход к пользованию вещами и стилю жизни. Неотделимым характерным признаком существования современного общества является использование ЭВМ, в частности - компьютера. Компьютеры играют большую роль в жизни людей. Невозможно представить себе предприятие, на котором не будет задействован компьютер. Благодаря ему ваша компания становится более эффективной и организованной.

Одна из главных целей любой компании - повысить эффективность и результативность своей деятельности, находя различные способы превзойти своих конкурентов. Любое предприятие должно обслуживать постоянно меняющиеся потребности своих клиентов и исследовать новые продукты, функции и услуги по мере их появления.

Объектом исследования является компания ООО «АДМИНРЕНТ», которая предоставляет услуги компьютерного обслуживания и поддержки IT-инфраструктуры. Данная организация имеет обширный спектр услуг: аренда серверов для предприятий, настройка операционных систем и специализированного ПО, а также любая помощь предприятию, связанная с техническим обслуживанием компьютерной техники.

Успешность и эффективность работы компании «АДМИНРЕНТ» в первую очередь зависит от скорости реагирования и выполнении работы системных администраторов, которые занимаются ремонтом техники и обслуживанием заявок своих клиентов.

Целью данной работы является изучение, анализ и дальнейшая оптимизация параметров, характеризующих эффективность работы компании «АДМИНРЕНТ».

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ

1.1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Любому предприятию жизненно необходима качественная и бесперебойная работа техники. Малейший сбой может повлечь за собой необратимые последствия.

Сервер можно назвать мозговым центром любой компьютерной сети. Сервера позволяют хранить и обрабатывать массивы ценных данных. Хороший сервер должен обладать высокими показателями быстродействия, быть надежным, и при этом мощным.

Сбой в работе серверов компании может привести к потере большого объема информации, которая необходима предприятию для нормального функционирования и, как следствие, понести высокие издержки. Также пострадать от сбоев может не только компания, у которой произошел сбой, но и компании-партнеры, работающие в общем информационном пространстве.

Помимо хранения данных, сервера также используются для обработки информации из различных источников непосредственно в процессе производства, будь то обеспечение работы конвейеров, поддержание сети контроллеров нефтяных трубопроводов и т.д. Поломка подобного оборудования может привести к значительно более серьезным последствиям, таким как, порча станков и конвейеров, аварии на производстве и, даже, техногенные катастрофы.

Сохранность и безопасность серверов должна обладать высоким приоритетом для любой развитой организации. Для быстрого устранения всех нарушений в работе техники и существуют специализированные IT-компании, которые помогают быстро устранить неполадки и наладить все работу IT-инфраструктуры, сохранив предприятию время и деньги. От качества работы системного администратора напрямую зависит корректная работа сервера.

1.1.2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Задача исследования заключается в системном анализе деятельности компании «АДМИНРЕНТ», работающей в сфере IT-аутсорсинга, с целью повышения эффективности ее функционирования и рассмотрение возможности оптимизации.

Исследование проводится поэтапно и состоит из нескольких пунктов, которые подробно изучаются и выполняются детально со всеми необходимыми графиками, расчетами и выводом итоговых результатов. Список целевых задач исследования:

- Изучить литературу;

- Провести теоретическое исследование системного анализа, для решения поставленной проблемы;
- Провести анализ деятельности компании «АДМИНРЕНТ»;
- Исследовать статистические данные, характеризующие деятельность компании;
- Провести корреляционно-регрессионный анализ влияния показателей процента нарушения в работе комплектующих сервера на общий показатель сбоев;
- Построить прогноз технических неисправностей серверов клиентов компании «АДМИНРЕНТ»;
- Построить имитационную модель компании «АДМИНРЕНТ» для оптимизации ее дальнейшей деятельности;
- Подвести итоги проведенного исследования.

1.1.3. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема надежности информационных систем в современном мире занимает важное место. Так авторы Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, Н. Г. Мосягина и К. А. Набатов в своем учебном пособии рассматривают основные понятия теории надежности, вопросы надежности аппаратного обеспечения, практические методы статистической оценки надежности и многое другое. Авторы учебного пособия считают, что уровень надежности ИС непосредственно зависит от учета особенности ее составляющих и является частью более широкого понятия – эффективности. [13]

Проблема качественной и отказоустойчивой работы техники на предприятиях рассматривается в многих источниках. Важность IT-инфраструктуры предприятия освещается в учебном пособии В.А. Емельянова «IT-инфраструктура организации». Автор считает, что организации, которые располагают эффективной и развитой IT-инфраструктурой имеют конкурентное преимущество стратегического уровня. Построение устойчивой технической базы предприятия является одними из первоочередных задач компании. [9]

Томас Лимонничали, Кристина Хоган и Страта Чейлап в своей известной книге «Практика системного и сетевого администрирования» (Первый том, третье издание) проделали огромную работу на тему важности системного администрирования. Авторы рассуждают о невозможности достижения полностью безотказной работы системы и приводят в пример сервера. Так как они должны быть надежными и иметь

длительное время бесперебойной работы, соавторы книги предлагают, как способ подготовки к отказу оборудования, покупку серверного оборудования с дополнительными функциями для обеспечения надежности с целостности данных. В книге также рассматриваются аспекты надежности сервера, такие как целостность данных. Рассматриваются массивы RAID в целях решения проблемы выхода из строя жестких дисков серверов по причине изнашивания. [22]

На тему аутсорсинга написано большое количество различных книг и статей. Так в статье Е. В. Севастьяновой “Организационно-экономический механизм аутсорсинга (на примере аутсорсинга учетных функций для малых предприятий)” рассматриваются основные понятия аутсорсинга, а также сравниваются затраты на реализацию задокументированных функций при передаче их на аутсорсинг и реализацию данных функций самим предприятиями. [17]

Галимова М. П. и Шляхтиченко Ю. В. доказали эффективность аутсорсинга на примере АО «ТРАНСНЕФТЬ-УРАЛ». В ходе исследования, соавторы пришли к выводу, что аутсорсинг является эффективной бизнес-моделью и позволяет компании сосредоточиться на основных ключевых бизнес-проектах. [6]

Ю. А. Тарабина в соавторстве с А. Н. Сивакс в своей статье определяют причины возникновения и развития аутсорсинга. Они выделяют несколько факторов, которые послужили переходом компаний на аутсорсинговые услуги. [18]

Наиболее частыми причинами являются:

- Экономия денежных средств;
- Заключение контракта на определенное время;
- Доступность большого количества персонала;
- Эффективность обслуживания клиентов;
- Доступ к знаниям экспертов;
- Общий риск.

Проблемы аутсорсинга в сфере IT-технологий обсуждаются в статье Иванова В.В. и Дегтярева А.В. По данным Garner Research, на мировом рынке основной причиной популяризации аутсорсинга программного обеспечения является необходимость сокращения ИТ-бюджетов компании и стремление сконцентрироваться на основном бизнесе. В свою очередь, российские предприятия не рассматривают фактор снижения ИТ-бюджетов как основной мотив обращений к аутсорсингу. Гораздо более

весомым аргументом в пользу аутсорсинга является возможность получения качественного сервиса. [8]

1.2. АУТСОРСИНГ

В современном бизнесе повышение числа сотрудников не является рентабельным способом повлиять на эффективность работы предприятия. На сегодняшний день различные компании все чаще пользуются услугами аутсорсинга, перенося часть выполняемой работы на другую организацию в целях экономии денег и времени. [2]

Англоязычное название «outer-source-using», которое означает привлечение ресурсов извне, что уже довольно ясно описывает суть данного определения. Иными словами – это использование в работе компании специалистов со стороны для осуществления каких-либо непрофильных функций или по-другому это – передача организацией, в соответствии с договором, определённых видов задач другой компании, специализирующейся в нужной области.

Главное отличие аутсорсинга от услуг фриланса заключается в том, что функции, передаваемые другой организации, действуют длительный промежуток времени на основе аутсорсингового соглашения.

К примеру, у малой компании в сфере торговли недостаточно финансирования для содержания полноценного отдела налоговой бухгалтерии, поэтому они пользуются услугами аутсорс-компании, ведущей налоговый бухгалтерский учет. В этом случае компании выгоднее заключить договор с сторонней организацией, которая выполнит подобную периодическую работу.

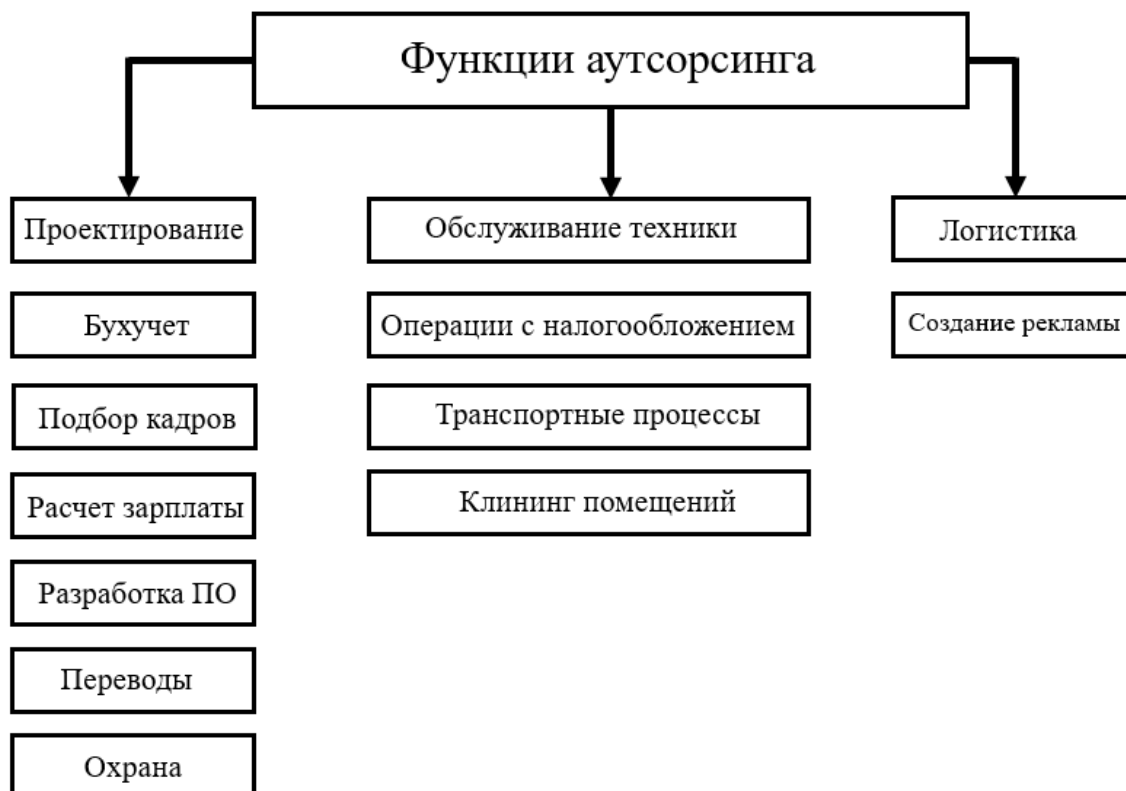


Рис. 1.1. Функции аутсорсинга

Аутсорсинг распространен также и в сырьевой промышленности. Нефтедобывающая компания может повысить уровень эффективности своей деятельности, благодаря приросту ресурсной базы и увеличению процента добычи. Так, например, нарастить объем геологоразведочных работ позволяет снижение их стоимости за счет найма ресурсов посредника. Компания, заключившая контракт с аутсорсинговой организацией, имеет доступ к эффективным и современным технологиям без инвестиций в их разработку.

Таким образом, благодаря аутсорсингу повышается эффективность компании, которая может использовать освободившиеся человеческие ресурсы для развития новых направлений, не требующих повышенного внимания, или сосредоточить свое внимание на основных видах деятельности, не отвлекаясь на дополнительные задачи.

1.3. ИТ-АУТСОРСИНГ

Под определением ИТ-аутсорсинга понимается практика найма ресурсов за пределами организации с целью выполнения определенных функций в области информационных технологий. Компании часто передают на аутсорсинг хранение данных, так

как дешевле заключать контракт с третьей стороной, чем покупать и обслуживать собственные устройства хранения данных и другое оборудование.

IT-аутсорсинг является не отдельным сегментом рынка информационно-технологических услуг, а формой ее предоставления. Причины, замедляющие развитие данной сферы, заключается в опасениях, которые связаны с утечкой конфиденциальной информации. Другим поводом отказаться от передачи своих IT-процессов на аутсорс является отсутствие норм и стандартов предоставления услуг. [19]

Самый часто встречающийся пример аутсорс-услуги является хостинг веб-сайта компании. Конечно, существует возможность разместить свой сайт на пользовательском компьютере, настроив веб-сервер, сервер баз данных, статический IP-адрес и систему электропитания, но гарантировать бесперебойную работу всей системы невозможно. Хостинг, который включает в себя все необходимые компоненты для надежной работы сайта, позволяет избежать всех этих трудностей.

Аутсорсинг программного обеспечения в наше время пользуется высоким спросом. Он представляет из себя практику, при которой компания передает функции разработки программного обеспечения сторонней организации. В свою очередь квалифицированный поставщик, используя собственные таланты и ресурсы, выполняет всю работу, связанную с разработкой, написанием программ и т.д.

В целом, услуги IT-аутсорсинга функционируют благодаря качественному удаленному мониторингу, при котором квалифицированная команда экспертов контролирует и наблюдают за локальной сетью своих клиентов. Специалисты выявляют и устраняют определенные проблемы, такие как, нарушение безопасности или сбой сервера, до того, как они успеют повлиять на вашу компанию. Если ваша сеть выйдет из строя, внештатная команда удаленного мониторинга сразу же приступит к восстановлению системы, чтобы свести к минимуму любые неудобства для бизнеса и сотрудников.

Безопасность, защита от вирусов, резервное копирование и восстановление данных все это также является частью IT-аутсорсинга. Потеря данных, случайная или в результате кражи, является одной из самых серьезных проблем для любого бизнеса. Безопасность и круглосуточный мониторинг сети помогает предотвратить попытки взломов, а также быстро выполнить обновления программного обеспечения.

У каждой компании должен быть план аварийного восстановления на случай серьезного сбоя системы. Небольшая подготовка может иметь большое значения для всей компании. Всю эту работу берет на себе IT-аутсорсинг.

По мере роста компании растет и ее сеть. Услуги аутсорсинга помогают управлять обслуживанием, безопасностью, простоями, производительностью и затратами на технологии бизнеса.

Таким образом, ИТ-аутсорсинг позволяет компании сократить расходы на штатный персонал, обеспечить отказоустойчивую работу ИТ-инфраструктуры, повысить безопасность и надежность работы всей системы. Жёсткий контроль качества совместно с квалифицированными специалистами с стороны компании аутсорсера гарантирует качественно выполненную работу, предоставляя заказчику концентрироваться на более приоритетных задачах.

1.4. АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «АДМИНРЕНТ»

Компания ООО «АДМИНРЕНТ» была основана в 2004 году. Ее основной вид деятельности - оказание услуг компьютерного обслуживания и поддержки ИТ-инфраструктуры с высоким качеством выполняемой работы с помощью квалифицированного штата опытных системных администраторов. Помимо обслуживания компьютерной техники, компания предлагает комплексное решение ИТ-задач.

За 17 лет успешной работы компания «АДМИНРЕНТ» заполучила огромный багаж знаний и опыта в сфере ИТ-услуг. За это время были разработаны определенные механизмы, благодаря которым осуществляемая компанией работа стала качественной и бесперебойной.

ООО «АДМИНРЕНТ» осуществляет свою деятельность в нескольких направлениях. Компания может предоставить абонентское ИТ-обслуживание клиенту и взять контроль над техникой заказчика на постоянной основе, или же предложить начинающим предприятиям ИТ-инфраструктуру под ключ. Также возможны разовые ИТ-услуги. Компания способна осуществить поддержку всего сетевого оборудования своих клиентов. Это может быть обеспечение безопасности локальной сети и устройств, VPN тоннель между филиалами, настройка QoS (балансировка интернет трафика), настройка IP-телефонии.

Сферы деятельности компании:

1) Сервера.

Установка и настройка нового серверного оборудования, абонентское обслуживание существующего комплекса, администрирования и подключение БД, диагностика работы служб, резервное копирование ключевых данных, восстановление системы после глобальных сбоев и потерь данных. [12]

2) Компьютеры.

Удаленная поддержка, настройка операционных систем и специализированного ПО, чистка от пыли и вирусов, подбор оборудования, настройка оргтехники и периферии.

3) Сервисы.

Настройка домена и почты, перенос бухгалтерии на удаленный сервер, внедрение IT-инфраструктуры с преимуществами частного облака и офисных серверов, аренда сервера, взаимодействие с поставщиками услуг связи, подключение электронной отчетности.

С ростом популярности услуг аутсорсинга и развитием направления, услугами подобных компаний начали пользоваться практически в каждом экономическом секторе. Аутсорсинг не обошел стороной и нефтегазовую отрасль. Многие транснациональные и отечественные компании долгое время пользуются услугами аутсорсинговых компаний различных типов.

Принципиально существует два вида сторонних подрядчиков, которыми пользуются компании: непосредственно аутсорс и услуги дочерних компаний. Необходимо четко понимать различия между ними. Аутсорсинговой можно называть только ту компанию, которая изначально не имеет прямого отношения к заказчику, имея некоторое количество отдельный компаний-клиентов, в то время, как дочерние компании являются сепарированной частью единого холдинга или предприятия и выполняют лишь заказы материнской организации. Соответственно, именовать дочерние фирмы аутсорсинговыми нельзя.

В нефтегазовой промышленности работают преимущественно крупные компании с миллионными оборотами. Компания «АДМИНРЕНТ» сотрудничает и с такими организациями, выполняя поставку и обслуживание серверного оборудования. Имеющиеся у нефтяных компаний собственные IT отделы в первую очередь занимаются программным обеспечением и администрированием внутренних сетей, в то время как поставки и физический ремонт серверного оборудования отдается на аутсорс.

1.5. ОБЗОР ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ – СЕРВЕРОВ

Сервер – это специализированный компьютер или система компьютеров, созданные для выполнения любой сервисной задачи без участия человека, которые предоставляют ресурсы и данные другим компьютерам (клиентам) по сети.

В отличие от обычного пользовательского компьютера, сервера работают бесперебойно и автономно (человек нужен лишь для первоначальной настройки сервера). Схожесть с компьютерами заключается в том, что сервера в своем составе имеют

классическую конфигурацию: материнскую плату, оперативную память, высокопроизводительный процессор и накопительный жесткий диск. На плечи серверов возлагается большое количество задач. Хранение значительных массивов информации, обработка гигантских объемов данных, наладка деятельности сетевых сервисов, все это основные задачи серверов, которые, как было сказано выше, работают бесперебойно и поэтому так важна их надежность и отказоустойчивость.

Благодаря резервированию и замене важных компонентов достигается повышение надежности серверов. Процессоры, модули памяти, жесткие диски – все это контролируются с помощью датчиков температуры. Скорость вращения вентиляторов системы охлаждения регулируется с помощью счетчиков импульса. Они выполняют функции тахометров.

Серверы расположены в специализированных помещениях – дата-центрах. Исключением являются младшие модели серверов, которые отличаются от обычных пользовательских компьютеров источниками бесперебойного питания с повышенной ёмкостью.

Типовыми задачами, выполняемыми серверами, являются задачи взаимодействия пользователей с различными интернет-ресурсами, такими как сайты, онлайн игры, приложения, веб-узлы и т. д. Существуют несколько видов серверов. [21]

Почтовые серверы - распространенный тип серверов. Они получают электронные письма, отправленные пользователю, и хранят их на встроенных жестких дисках до тех пор, пока клиент не запросит их.

Наличие почтового сервера позволяет отправлять и получать сообщения, а не требовать, чтобы на каждом клиентском компьютере постоянно работала собственная подсистема электронной почты.

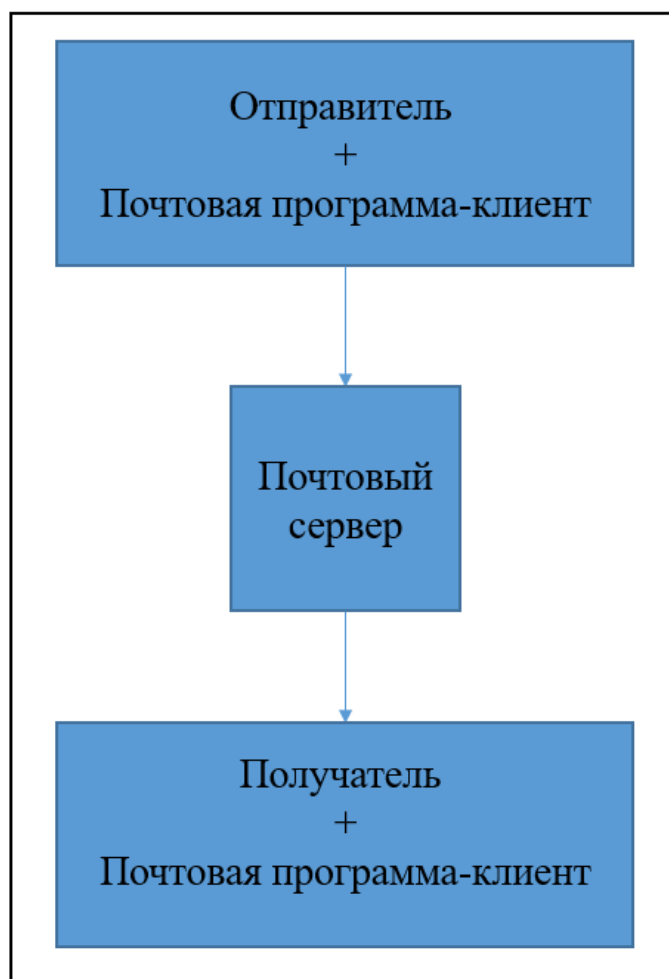


Рис. 1.2. Схема работы почтового сервера

Файловые серверы хранят и распространяют файлы. Несколько клиентов или пользователей могут просматривать и совместно редактировать файлы, хранящиеся на сервере, в зависимости от режима доступа. Кроме того, централизованное хранение файлов предлагает более простые решения для резервного копирования или обеспечения отказоустойчивости, чем попытки обеспечить безопасность и целостность файлов на каждом устройстве в организации. Аппаратное обеспечение файлового сервера может быть спроектировано так, чтобы максимизировать скорость чтения и записи для повышения производительности.

Благодаря таким серверам люди имеют возможность обмениваться между собой файлами, получать доступ к данным на сервере, который в свою очередь должен иметь достаточно места на жестком диске для хранения информации.

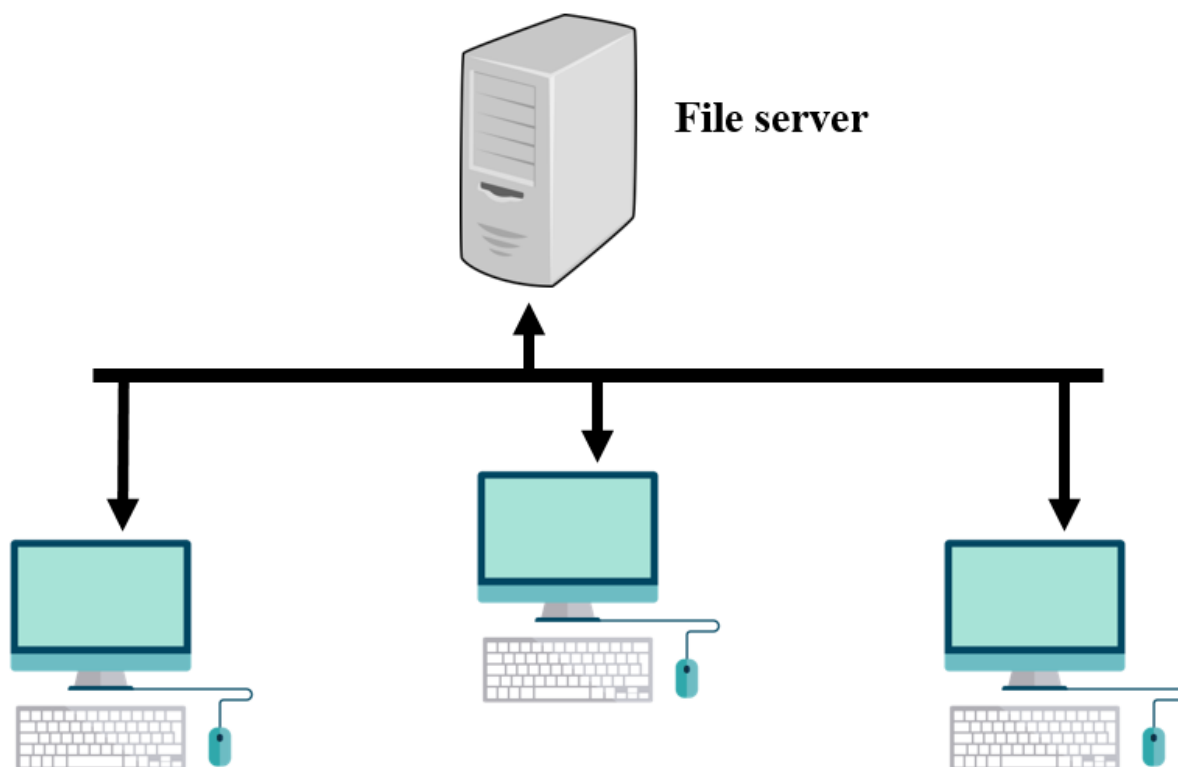


Рис. 1.3. Схема работы файлового

Количество данных, используемых компаниями, пользователями и другими службами, ошеломляет. Большая часть этих данных хранится в базах данных. Базы данных должны быть доступны нескольким клиентам в любой момент времени и могут потребовать огромного количества дискового пространства. Обе эти потребности хорошо подходят для размещения таких баз данных на серверах. Серверы баз данных запускают приложения и отвечают на многочисленные запросы клиентов. Помимо аппаратной части сервера также могут отличаться установленным программным обеспечением. Распространенные серверные приложения баз данных включают протоколы Apache, Microsoft SQL Server, DB2 и Informix.

Таким образом, сервера баз данных выступают в роли хранилища информации, например, обо всех аккаунтах (логины, пароли пользователей и т.д.). Такие сервера обрабатывают запросы пользователей, которые производят авторизацию на каком-либо сайте, и сваривают данные с имеющимися в базе.

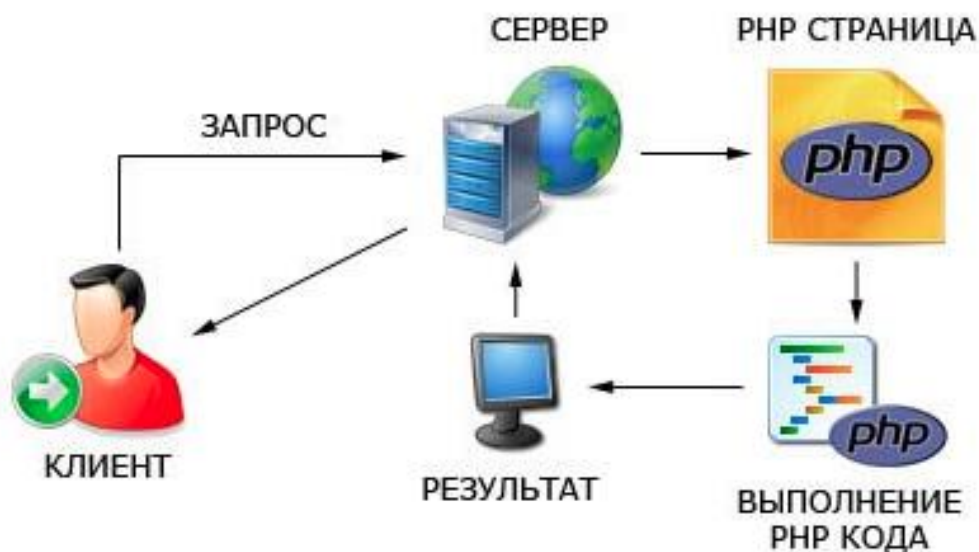


Рис. 1.4. Схема работы сервера баз данных

Прокси-сервер действует как посредник между клиентом и сервером. Часто используемый для изоляции клиентов или серверов в целях безопасности прокси-сервер принимает запрос от клиента. Вместо ответа клиенту он передает запрос другому серверу или процессу. Прокси-сервер получает ответ от второго сервера, а затем отвечает исходному клиенту, как если бы он отвечал сам. Таким образом, ни клиент, ни отвечающий сервер не должны напрямую подключаться друг к другу. Прокси-сервер представляет собой шлюз между пользователями и ресурсом, к которому он подключается. Прокси сервер часто подменяет IP-адрес и местоположение пользователя, для получения доступа к заблокированному сайту, позволяет сохранить анонимность и защитить компьютер от атак и так далее.

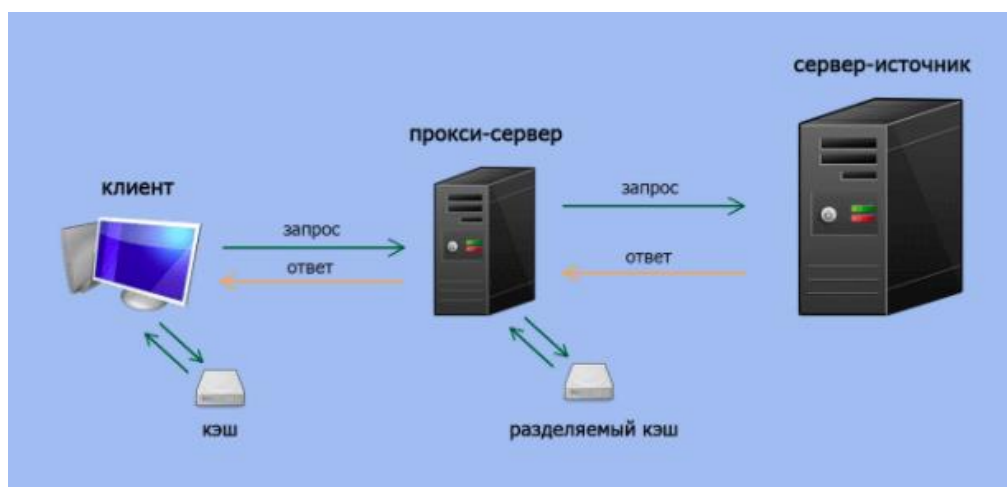


Рис. 1.5. Схема работы прокси сервера

Один из самых распространенных типов серверов на сегодняшнем рынке - это веб-сервер. На нем размещаются программы и данные, запрашиваемые пользователями через интернет или интрасеть. Веб сервера используются для предоставления доступа к сайту, который безостановочно обрабатывает запросы различных пользователей и показывает им HTML страницы. Простыми словами все сайты, размещенные в сети, работают на базе веб серверов.

Серверы печати позволяют управлять функциями печати и распределять их. Вместо того, чтобы подключать принтер к каждой рабочей станции, один сервер печати может отвечать на запросы от множества клиентов. Сегодня некоторые крупные и высокопроизводительные принтеры поставляются со своим собственным встроенным сервером печати, что устраняет необходимость в дополнительном сервере печати на базе компьютера. Этот внутренний сервер печати также функционирует, отвечая на запросы от клиента.

Некоторые серверы существуют для мониторинга или управления другими системами и клиентами. Есть много типов серверов мониторинга. Некоторые из них отслеживают всю сеть и получают каждый запрос клиента и ответ сервера. Таким образом, сервер мониторинга может отслеживать весь трафик в сети, а также запросы и ответы клиентов и серверов, не мешая этим операциям.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. ОЦЕНКА ОСНОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА

2.1.1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В сфере обслуживания серверного оборудования, на сегодняшний день доминирует аутсорсинг. Такая схема работы позволяет компаниям концентрироваться на своих непосредственных задачах, сокращая штат и издержки. Но обслуживание серверного оборудования не решает всех проблем. Устраняя финансовые недостатки, аутсорсинг создает собственную категорию проблем, связанных с логистикой и взаимодействием двух различных компаний.

Во время производственной практики, с 2011 года по 2020 были собраны данные о количестве заявок клиентов компании «АДМИНРЕНТ» о технических сбоях в работе серверов. Количество сбоев и скорость устранения их причин является основным показателем качества работы компании. Построение прогноза позволит предугадать потери и риски связанные с ростом компании в ближайшем будущем чем и обоснована важность данного исследования. Статистические данные о сбоях серверов собраны в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Количество сбоев серверов с 2011 года по 2020

Год	Количество сбоев
2011	121
2012	134
2013	131
2014	144
2015	154
2016	160
2017	179
2018	186
2019	178
2020	181

Посмотрев на таблицу несложно заметить, что с каждым годом количество технических неисправностей серверов возрастает. Для большей наглядности представим данные в виде графика (Рис. 2.1.), показывающего зависимость количества сбоев от времени.



Рис. 2.1. График количества сбоев серверов

Внешний вид графика позволяет предположить наличие тенденции роста. Это связано с тем, что компания расширяется и с каждым годом заключает все больше контрактов с различными предприятиями, следовательно, количество серверов, которые аутсорсинговая компания обслуживает, растет. Также можно заметить, что иногда количество сбоев уменьшалось. Причин этого может быть несколько. Например, некоторые масштабные компании прекращали сотрудничество.

После построения и анализа графика приступим к выбору математической модели.

2.1.2. ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ НА НАЛИЧИЕ ТЕНДЕНЦИИ

Для проверки гипотезы на наличие тенденции в динамическом ряду применим метод разности средних уровней. Выбор метода исследования обоснован сочетанностью факторов эффективности и невысокой сложности реализации при неизменной популярности. Перед тем как приступить к вычислениям сначала разобьем исходный ряд на две равные части, так чтобы каждая из них имела одинаковое количество измерений.

Общее число измерений равно 10, следовательно, две выборки будут состоять из 5 измерений. $N_1=5$ $N_2=5$ (Рис. 2.2.).

	М	Н	О
1	Год	Количество сбоев	t
2	2011	121	1
3	2012	134	2
4	2013	131	3
5	2014	144	4
6	2015	154	5
7	2016	160	6
8	2017	179	7
9	2018	186	8
10	2019	178	9
11	2020	181	10

Рис. 2.2. – Исходный временной ряд, разбитый на 2 части

Далее вычисляем средние арифметические значения и дисперсии отдельно для каждой выборки (Рис. 2.3., 2.4.) по формулам, представленным ниже:

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_i = 136,8 \quad (2.1)$$

$$\bar{y}_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_i = 176,8 \quad (2.2)$$

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^5 (y_i - \bar{y})^2}{5-1} = 159,7 \quad (2.3)$$

$$S_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^5 (y_i - \bar{y})^2}{5-1} = 97,7 \quad (2.4)$$

	D	E	F	G
4	y1	y2	S1^2	S2^2
5	121	160	249,64	282,24
6	134	179	7,84	4,84
7	131	186	33,64	84,64
8	144	178	51,84	1,44
9	154	181	295,84	17,64
10	y1	y2	S1^2	S2^2
11	=CP3HAЧ(D5:D9)	176,8	159,7	97,7

Рис. 2.3. Среднее значения для первой выборки

	D	E	F	G
4	y1	y2	S1^2	S2^2
5	121	160	=(D5-\$D\$11)^2	282,24
6	134	179	7,84	4,84
7	131	186	33,64	84,64
8	144	178	51,84	1,44
9	154	181	295,84	17,64
10	y1	y2	S1^2	S2^2
11	136,8	176,8	159,7	97,7

	D	E	F	G
4	y1	y2	S1^2	S2^2
5	121	160	249,64	282,24
6	134	179	7,84	4,84
7	131	186	33,64	84,64
8	144	178	51,84	1,44
9	154	181	295,84	17,64
10	y1	y2	S1^2	S2^2
11	136,8	176,8	=CYMM(F5:F9)/(5-1)	97,7

Рис. 2.4. Расчет дисперсии для первой выборки

Проверка равенства дисперсий для обеих выборок осуществляется с помощью F-критерия Фишера. Порядок действий в методе — это последовательные вычисления расчётных значений критерия Фишера и сравнение с табличным, при заданном уровне значимости.

$\alpha = 1 - P$, (P – заданная вероятность реализации прогноза, которая составляет 0,95, соответственно $\alpha=0,05$).

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2} = 0,61 \quad (2.5)$$

Таким образом, расчетное значения ($F=0,61$) получилось меньше табличного ($F_{\alpha}=2,97$), следовательно, равенство дисперсии подтвердилось и можно переходить к проверке гипотезы о наличии тренда. Для этого будем использовать критерий t-статистики Стьюдента.

Данная гипотеза подтверждается, если расчётное значение t-критерия больше табличного. Вычислим среднеквадратическое отклонение и значение t-критерия Стьюдента (Рис. 2.5., 2.6.) по формулам:

$$S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)^2 \cdot S_1^2 + (n_2 - 1)^2 \cdot S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 14,35 \quad (2.6)$$

$$t_p = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S} = 2,79 \quad (2.7)$$

СУММ					
	F	G	H	I	J
4	S1^2	S2^2		n1	5
5	249,64	282,24		n2	5
6	7,84	4,84			
7	33,64	84,64		tp	2,787473367
8	51,84	1,44		ta	2,306
9	295,84	17,64		p	0,95
10	S1^2	S2^2	S	F	0,611772073
11	159,7	97,7	=КОРЕНЬ(((16*F11+16*G11)/8)*(2/5))	F(a)	2,97

Рис. 2.5 Расчет среднеквадратического отклонения

	F	G	H	I	J
4	S1^2	S2^2		n1	5
5	249,64	282,24		n2	5
6	7,84	4,84			
7	33,64	84,64		tp	=ABS(D11-E11)/H11
8	51,84	1,44		ta	2,306
9	295,84	17,64		p	0,95
10	S1^2	S2^2	S	F	0.611772073
11	159,7	97,7	14,34991289	F(a)	2,97

Рис. 2.6 Вычисление t-критерия Стьюдента

Т.к. табличное значение t-критерия Стьюдента ($t_{\alpha} = 2,306$) меньше расчётного ($t_p = 2,79$), то можно сделать вывод о наличии тенденции в выбранной совокупности наблюдений.

2.1.3. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ

Результаты прогноза зависят от того, какая математическая модель была выбрана. После построения всех графиков визуально отберем самые подходящие и вычислим для каждого из них коэффициент детерминации.

Коэффициент детерминации должен быть от 0 до 1. Чем он больше, тем качество математической модели лучше.

В ходе исследования будут рассматриваться 5 моделей с наиболее подходящим коэффициентом детерминации:

- Линейная;
- Экспоненциальная;
- Степенная;
- Логарифмическая;
- Обратно логарифмическая.

Остальные модели имели малый коэффициент детерминации или даже отрицательный, поэтому их можно отбросить.

1) Линейная модель

Уравнения для линейной модели и коэффициенты для нее вычислим по формулам:

$$\hat{y}_t = a + bt \quad (2.8)$$

$$b = \frac{n \sum t_i y_i - \sum t_i \sum y_i}{n \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2} \quad (2.9)$$

$$a = \frac{\sum y_i - b \sum t_i}{n} \quad (2.10)$$

После нахождения коэффициентов (Рис. 2.7.) получим общий вид модели:

$$\hat{y}_t = 116 + 7,5t \quad (2.11)$$

Стандартная ошибка вычисляется по формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}{n - m} \quad (2.12)$$

Полная дисперсия вычисляется по формуле:

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}{n - m} \quad (2.13)$$

F19					
	A	B	C	D	E
15	Линейная				
16	год	t	yt	t*yt	t^2
17	2011	1	121	121	1
18	2012	2	134	268	4
19	2013	3	131	393	9
20	2014	4	144	576	16
21	2015	5	154	770	25
22	2016	6	160	960	36
23	2017	7	179	1253	49
24	2018	8	186	1488	64
25	2019	9	178	1602	81
26	2020	10	181	1810	100
27	Σ=	55	1568	9241	385
28		a	b	Sy^2	S1^2
29		115,6666667	7,478787879	51,89848485	558,8444444

Рис. 2.7. Вычисления для нахождения коэффициента детерминации

Коэффициент детерминации (Рис. 2.8.) вычисляется по формуле:

$$r^2 = 1 - \frac{S_y}{S_1^2} \quad (2.13)$$

30		y=a+bt	y средн		
31		123,1454545	156,8		
32		130,6242424	156,8	r^2 =	0,907132503
33		138,1030303	156,8		
34		145,5818182	156,8		
35		153,0606061	156,8		
36		160,5393939	156,8		
37		168,0181818	156,8		
38		175,4969697	156,8		
39		182,9757576	156,8		
40		190,4545455	156,8		

Рис. 2.8. Нахождение коэффициента детерминации

F23					
	A	B	C	D	E
16			Линейная		
17	год	t	yt	t*yt	t^2
18	2011	1	=B\$2	=C17*B17	=B17*B17
19	2012	2	=C\$2	=C18*B18	=B18*B18
20	2013	3	=D\$2	=C19*B19	=B19*B19
21	2014	4	=E\$2	=C20*B20	=B20*B20
22	2015	5	=F\$2	=C21*B21	=B21*B21
23	2016	6	=G\$2	=C22*B22	=B22*B22
24	2017	7	=H\$2	=C23*B23	=B23*B23
25	2018	8	=I\$2	=C24*B24	=B24*B24
26	2019	9	=J\$2	=C25*B25	=B25*B25
27	2020	10	=K\$2	=C26*B26	=B26*B26
28	Σ=	=СУММ(B17:B26)	=СУММ(C17:C26)	=СУММ(D17:D26)	=СУММ(E17:E26)
29		a	b	Sy^2	S1^2
30		= (C27-C29*B27)/10	= (10*D27-B27*C27)/(10*E27-B27*B27)	=СУММ(КВРАЗН(C17:C26-B31:B40)/8)	=СУММ(КВРАЗН(C17:C26-C31:C40)/9)
31		y=a+bt	y средн		
32		=B\$29+\$C\$29*B17	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
33		=B\$29+\$C\$29*B18	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
34		=B\$29+\$C\$29*B19	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
35		=B\$29+\$C\$29*B20	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
36		=B\$29+\$C\$29*B21	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
37		=B\$29+\$C\$29*B22	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
38		=B\$29+\$C\$29*B23	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
39		=B\$29+\$C\$29*B24	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
40		=B\$29+\$C\$29*B25	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		
		=B\$29+\$C\$29*B26	=СРЗНАЧ(\$C\$17:\$C\$26)		

Рис. 2.9. Формулы для расчета линейной модели

Далее построим график с теоретическими и эмпирическими данными:

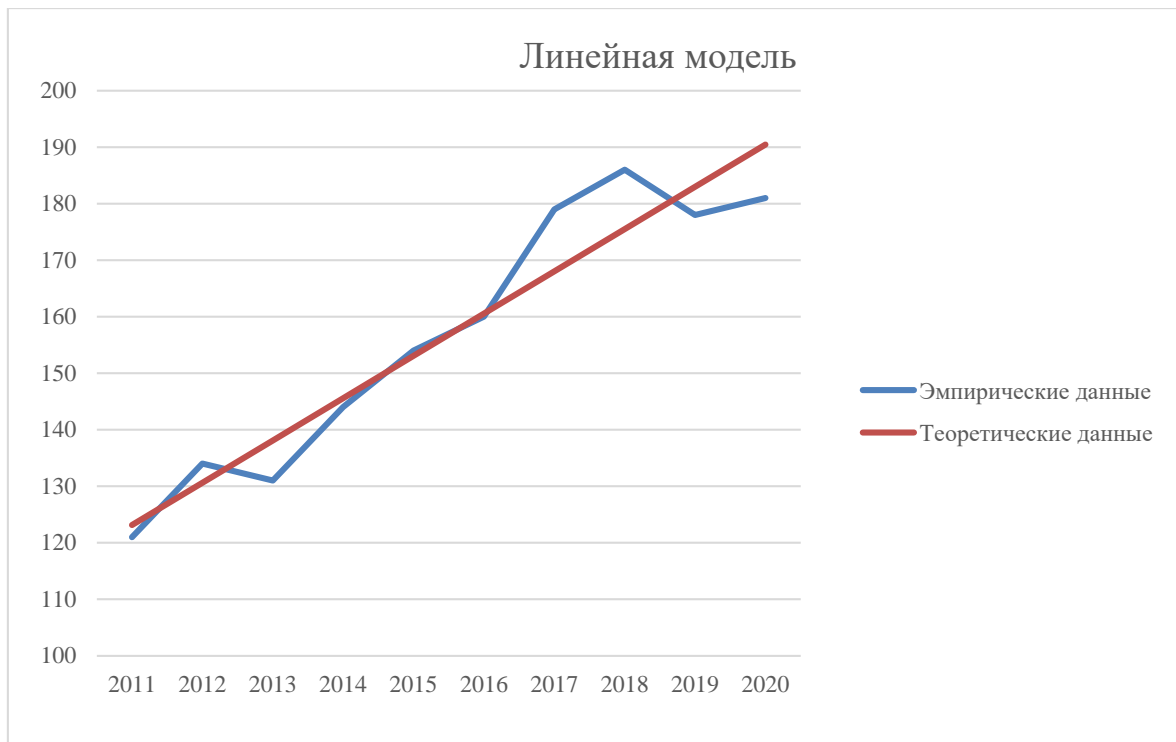


Рис. 2.10. График линейной модели

Дальнейшие вычисления для построения других моделей и нахождения коэффициента детерминации выполняются аналогично по формулам для линейной модели. Исключением являются формулы самой модели и ее коэффициентов.

2) Экспоненциальная модель

Уравнение для экспоненциальной модели выглядит следующим образом:

$$\hat{y}_t = ae^{bt} \quad (2.14)$$

Коэффициенты для экспоненциальной модели найдём по формулам:

$$b = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n [\ln(y_i) \cdot t_i] - \sum_{i=1}^n t_i \cdot \sum_{i=1}^n \ln(y_i)}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \quad (2.15)$$

$$a = \text{anti} \ln \left(\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \ln(y_i) - b \cdot \sum_{i=1}^n t_i \right) \right) \quad (2.16)$$

G	H	I	J	K	L
Экспоненциальная					
год	t	yt	ln(yt)	ln(yt)*t	t^2
2011	1	121	4,795790546	4,795790546	1
2012	2	134	4,8978398	9,7956796	4
2013	3	131	4,875197323	14,62559197	9
2014	4	144	4,9698133	19,8792532	16
2015	5	154	5,036952602	25,18476301	25
2016	6	160	5,075173815	30,45104289	36
2017	7	179	5,187385806	36,31170064	49
2018	8	186	5,225746674	41,80597339	64
2019	9	178	5,18178355	46,63605195	81
2020	10	181	5,198497031	51,98497031	100
Σ=	55	1568	50,44418045	281,4708175	385
	a	b	Sy^2	S1^2	
	118,6165919	0,048822122	64,77493046	558,8444444	
	y=a*exp(bt)	y средн			
	124,5514018	156,8			
	130,7831513	156,8	r^2=	0,884091305	
	137,3266975	156,8			
	144,1976405	156,8			
	151,4123612	156,8			
	158,9880601	156,8			
	166,9427981	156,8			
	175,29554	156,8			
	184,0661992	156,8			
	193,2756857	156,8			

Рис. 2.11. Вычисления коэффициента детерминации

C24	g	h	i	j	k	l
			Экспоненциальная			
15						
16	год	t	yt	ln(yt)	ln(yt)*t	t^2
17	2011	1	=B\$2	=LN(I17)	=J17*I17	=H17^2
18	2012	2	=C\$2	=LN(I18)	=J18*I18	=H18^2
19	2013	3	=D\$2	=LN(I19)	=J19*I19	=H19^2
20	2014	4	=E\$2	=LN(I20)	=J20*I20	=H20^2
21	2015	5	=F\$2	=LN(I21)	=J21*I21	=H21^2
22	2016	6	=G\$2	=LN(I22)	=J22*I22	=H22^2
23	2017	7	=H\$2	=LN(I23)	=J23*I23	=H23^2
24	2018	8	=I\$2	=LN(I24)	=J24*I24	=H24^2
25	2019	9	=J\$2	=LN(I25)	=J25*I25	=H25^2
26	2020	10	=K\$2	=LN(I26)	=J26*I26	=H26^2
27	Σ=	=СУММ(B17:J26)	=СУММ(I17:I26)	=СУММ(J17:J26)	=СУММ(K17:K26)	=СУММ(L17:L26)
28		a	b	Sy^2	S1^2	
29		=EXP((J27-J27^2/J27^2)/10)	=((I9*K17-J27^2/J27^2)/(10*L17-J27^2/J27^2))	=СУММ(BP3H(I17:I26,H31:H40)/8)	=СУММ(BP3H(I17:I26,I1:I40)/9)	
30		y=a*exp(bt)	y средн			
31		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H17)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
32		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H18)	=СРНА(У\$151:У\$156)	r^2=	=1-258/829	
33		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H19)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
34		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H20)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
35		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H21)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
36		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H22)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
37		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H23)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
38		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H24)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
39		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H25)	=СРНА(У\$151:У\$156)			
40		=B\$2*EXP(\$I\$2*\$H26)	=СРНА(У\$151:У\$156)			

Рис. 2.12. Формулы для расчета экспоненциальной модели

В итоге экспоненциальная модель приобретёт следующий вид:

$$\hat{y}_t = 119,3e^{0,05t} \quad (2.17)$$



Рис. 2.13. График экспоненциальной модели

3) Степенная модель

Уравнение для степенной модели выглядит следующим образом:

$$\hat{y}_t = at^b \quad (2.18)$$

Коэффициенты для степенной модели найдём по следующим формулам:

$$b = \frac{n \sum (\ln t \ln y_t) - \sum t \sum \ln y_t}{n \sum \ln t^2 - (\sum t)^2} \quad (2.19)$$

$$a = e^{\frac{(\sum y_t - b \sum t)}{n}} \quad (2.20)$$

N	O	P	Q	R	S	T
Степенная						
год	t	yt	ln(yt)	ln(t)	ln(yt)*ln(t)	(ln t)^2
2011	1	121	4,795790546	0	0	0
2012	2	134	4,8978398	0,693147181	3,394923848	0,480453014
2013	3	131	4,875197323	1,098612289	5,355951689	1,206948961
2014	4	144	4,9698133	1,386294361	6,889624153	1,921812056
2015	5	154	5,036952602	1,609437912	8,106662481	2,590290394
2016	6	160	5,075173815	1,791759469	9,093490741	3,210401996
2017	7	179	5,187385806	1,945910149	10,09418669	3,786566308
2018	8	186	5,225746674	2,079441542	10,86663472	4,324077125
2019	9	178	5,18178355	2,197224577	11,38554217	4,827795843
2020	10	181	5,198497031	2,302585093	11,96998177	5,30189811
Σ=	55	1568	50,44418045	15,10441257	77,15699826	27,65024381
a	b	Sy^2	S1^2			
114,8142508	0,19934733	64,92332518	558,8444444			
y=a*t^b	y средн	r^2=	0,883825766			
114,8142508	156,8					
131,8272894	156,8					
142,9251461	156,8					
151,3612997	156,8					
158,2463132	156,8					
164,1036236	156,8					
169,2247318	156,8					
173,7898364	156,8					
177,9186576	156,8					
181,6950629	156,8					

Рис. 2.14. Вычисления коэффициента детерминации

U35							
	N	O	P	Q	R	S	
15	Степенная						
16	год	t	yt	ln(yt)	ln(t)	ln(yt)*ln(t)	
17	2011	1	=B5:2	=LN(P17)	=LN(O17)	=R17*Q17	
18	2012	2	=B5:3	=LN(P18)	=LN(O18)	=R18*Q18	
19	2013	3	=B5:4	=LN(P19)	=LN(O19)	=R19*Q19	
20	2014	4	=B5:5	=LN(P20)	=LN(O20)	=R20*Q20	
21	2015	5	=B5:6	=LN(P21)	=LN(O21)	=R21*Q21	
22	2016	6	=B5:7	=LN(P22)	=LN(O22)	=R22*Q22	
23	2017	7	=B5:8	=LN(P23)	=LN(O23)	=R23*Q23	
24	2018	8	=B5:9	=LN(P24)	=LN(O24)	=R24*Q24	
25	2019	9	=B5:10	=LN(P25)	=LN(O25)	=R25*Q25	
26	2020	10	=B5:11	=LN(P26)	=LN(O26)	=R26*Q26	
27	$\Sigma_{i=1}^{10}$	=СУММ(O17:O26)	=СУММ(P17:P26)	=СУММ(Q17:Q26)	=СУММ(R17:R26)	=СУММ(S17:S26)	
28	a	b	Sy^2	S1^2			
29	=EXP(Q27-Q29*R27/10)	=((10*B27-R27*Q27)/(10*T27-R27^2))	=СУММ(ВЗРАЩ(P17:P26;N31:N40))/8	=СУММ(ВЗРАЩ(P17:P26;O31:O40))/9			
30	$y=a*t^b$	y средн	r^2=	=1-P29-Q29			
31	=N32:P*O17-SO529	=СРНАЧ(QP17:SP526)					
32	=N32:P*O18-SO529	=СРНАЧ(QP18:SP526)					
33	=N32:P*O19-SO529	=СРНАЧ(QP19:SP526)					
34	=N32:P*O20-SO529	=СРНАЧ(QP20:SP526)					
35	=N32:P*O21-SO529	=СРНАЧ(QP21:SP526)					
36	=N32:P*O22-SO529	=СРНАЧ(QP22:SP526)					
37	=N32:P*O23-SO529	=СРНАЧ(QP23:SP526)					
38	=N32:P*O24-SO529	=СРНАЧ(QP24:SP526)					
39	=N32:P*O25-SO529	=СРНАЧ(QP25:SP526)					
40	=N32:P*O26-SO529	=СРНАЧ(QP26:SP526)					

Рис. 2.15. Формулы для расчета степенной модели

Степенная модель приобретёт следующий вид:

$$\hat{y}_t = 115t^{0,2} \quad (2.21)$$

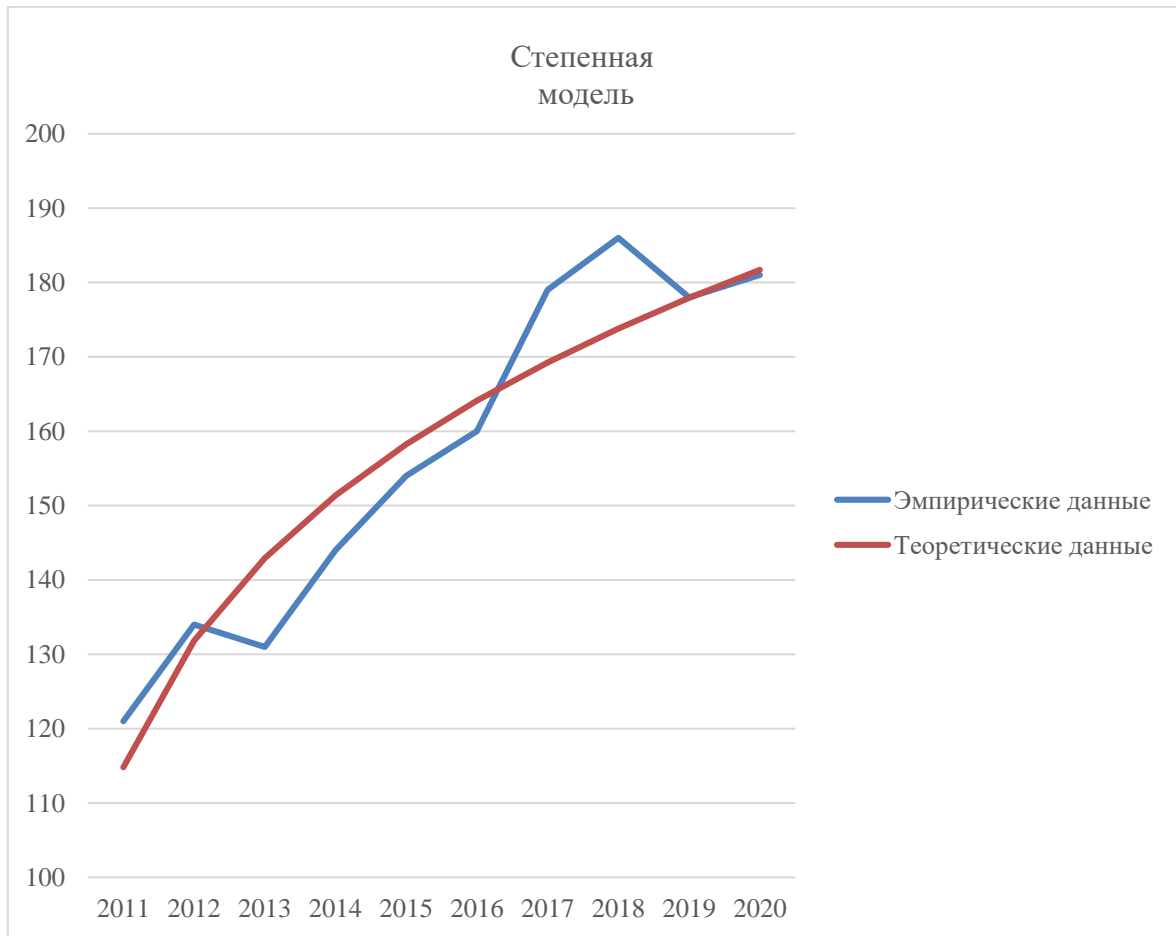


Рис. 2.16. График степенной модели

4) Логарифмическая модель

$$\hat{y}_t = a + b \ln t \quad (2.21)$$

Коэффициенты для логарифмической модели:

$$a = \frac{1}{n} (\sum y_t - b \sum \ln t) \quad (2.22)$$

$$b = \frac{n \sum (y_t \ln t) - \sum y_t \sum (\ln t)^2}{n \sum (\ln t)^2 - (\sum t)^2} \quad (2.23)$$

Логарифмическая					
год	t	yt	ln(t)	yt*ln(t)	(ln t)^2
2011	1	121	0	0	0
2012	2	134	0,693147181	92,8817222	0,480453014
2013	3	131	1,098612289	143,9182098	1,206948961
2014	4	144	1,386294361	199,626388	1,921812056
2015	5	154	1,609437912	247,8534385	2,590290394
2016	6	160	1,791759469	286,6815151	3,210401996
2017	7	179	1,945910149	348,3179167	3,786566308
2018	8	186	2,079441542	386,7761268	4,324077125
2019	9	178	2,197224577	391,1059748	4,827795843
2020	10	181	2,302585093	416,7679018	5,30189811
Σ=	55	1568	15,10441257	2513,929194	27,65024381
a	b	Sy^2	S1^2		
111,3368945	30,09922122	81,05482013	558,8444444		
y=a+b*ln(t)	у средн	r^2=	0,854959961		
111,3368945	156,8				
132,2000848	156,8				
144,4042688	156,8				
153,0632751	156,8				
159,7797222	156,8				
165,2674591	156,8				
169,9072745	156,8				
173,9264654	156,8				
177,4716431	156,8				
180,6429126	156,8				

Рис. 2.17. Вычисления коэффициента детерминации

Логарифмическая					
год	t	yt	ln(t)	yt*ln(t)	(ln t)^2
2011	1	=B\$2	=LN(W46)	=X46*Y46	=Y46^2
2012	2	=C\$2	=LN(W47)	=X47*Y47	=Y47^2
2013	3	=D\$2	=LN(W48)	=X48*Y48	=Y48^2
2014	4	=E\$2	=LN(W49)	=X49*Y49	=Y49^2
2015	5	=F\$2	=LN(W50)	=X50*Y50	=Y50^2
2016	6	=G\$2	=LN(W51)	=X51*Y51	=Y51^2
2017	7	=H\$2	=LN(W52)	=X52*Y52	=Y52^2
2018	8	=I\$2	=LN(W53)	=X53*Y53	=Y53^2
2019	9	=J\$2	=LN(W54)	=X54*Y54	=Y54^2
2020	10	=K\$2	=LN(W55)	=X55*Y55	=Y55^2
$\Sigma=$	=C53:G55/W46:W55	=C53:K55/X46:X55	=C53:K55/Y46:Y55	=C53:K55/Z46:Z55	=C53:K55/AA46:AA55
a	b	Sy^2	S1^2		
=((X56-W56^2)*5)/10	=((10^2*Z56-Y56^2*5)/(10^2*AA56-Y56^2*5))	=C53:K55/X56:X55/Y60:Y60/5	=C53:K55/X56:X55/Y60:Y60/9		
y=a+b*ln(t)	y средн	r^2=	=1-Z58:Y58		
=Y55:9-W55:9*LN(W46)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W47)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W48)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W49)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W50)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W51)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W52)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W53)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W54)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
=Y55:9-W55:9*LN(W55)	=CP3HA/W53:46:X55:55				
лист 1					

Рис. 2.18. Формулы для расчета логарифмической модели

Логарифмическая модель приобретёт следующий вид:

$$\hat{y}_t = 111,3 + 30,1 \ln t \quad (2.24)$$



Рис. 2.19. График логарифмической модели

5) Обратнологарифмическая модель

$$\hat{y}_t = \frac{1}{a + b \ln t} \quad (2.25)$$

Коэффициенты для обратнологарифмической модели:

$$a = \frac{1}{n} \left(\sum \frac{1}{y_t} - b \sum \ln t \right) \quad (2.26)$$

$$b = \frac{n \sum \frac{1}{(y_t \ln t)} - \sum \frac{1}{y_t} \sum \ln t}{n \sum (\ln t)^2 - (\sum t)^2} \quad (2.27)$$

Обратно-логарифмическая						
год	t	yt	1/yt	ln(t)	1/yt*ln(t)	(ln t)^2
2011	1	121	0,008264463	0	0	0
2012	2	134	0,007462687	0,693147181	0,00517274	0,480453014
2013	3	131	0,007633588	1,098612289	0,008386353	1,206948961
2014	4	144	0,006944444	1,386294361	0,009627044	1,921812056
2015	5	154	0,006493506	1,609437912	0,010450896	2,590290394
2016	6	160	0,00625	1,791759469	0,011198497	3,210401996
2017	7	179	0,005586592	1,945910149	0,010871006	3,786566308
2018	8	186	0,005376344	2,079441542	0,011179793	4,324077125
2019	9	178	0,005617978	2,197224577	0,012343958	4,827795843
2020	10	181	0,005524862	2,302585093	0,012721465	5,30189811
Σ=	55	1568	0,065154464	15,10441257	0,091951752	27,65024381
a	b	Sy^2	S1^2			
0,008533225	-0,001335887	55,56537812	558,8444444			
y=1/(a+b*ln(t))	у средн	r^2=	0,900570939			
117,1889824	156,8					
131,453392	156,8					
141,5307292	156,8					
149,6716365	156,8					
156,6612843	156,8					
162,8760788	156,8					
168,5286528	156,8					
173,7520968	156,8					
178,6358208	156,8					
183,2430923	156,8					

Рис. 2.20. Вычисления коэффициента детерминации

Обратно-логарифмическая									
год	t	yt	1/yt	ln(t)	1/yt*ln(t)	(ln t)^2			
2011	1	=B52	=1/AE46	=LN(AD46)	=AF46*AG46	=AG46*AG46			
2012	2	=B53	=1/AE47	=LN(AD47)	=AF47*AG47	=AG47*AG47			
2013	3	=B54	=1/AE48	=LN(AD48)	=AF48*AG48	=AG48*AG48			
2014	4	=B55	=1/AE49	=LN(AD49)	=AF49*AG49	=AG49*AG49			
2015	5	=B56	=1/AE50	=LN(AD50)	=AF50*AG50	=AG50*AG50			
2016	6	=B57	=1/AE51	=LN(AD51)	=AF51*AG51	=AG51*AG51			
2017	7	=B58	=1/AE52	=LN(AD52)	=AF52*AG52	=AG52*AG52			
2018	8	=B59	=1/AE53	=LN(AD53)	=AF53*AG53	=AG53*AG53			
2019	9	=B60	=1/AE54	=LN(AD54)	=AF54*AG54	=AG54*AG54			
2020	10	=B61	=1/AE55	=LN(AD55)	=AF55*AG55	=AG55*AG55			
$\Sigma=$	=СУММ(AD46:AD55)	=СУММ(AE46:AE55)	=СУММ(AF46:AF55)	=СУММ(AG46:AG55)	=СУММ(AH46:AH55)	=СУММ(AI46:AI55)			
a	b	Sy^2	S1^2						
= (AF56-AD58*AG56)/10	= (10*AH56-AG56*AF56)/(10*AI56-AG56*AH56)	=СУММ(ВРА3Н(AE46:AE55;AC60:AC69))	=СУММ(ВРА3Н(AE46:AE55;AD60:AD69))						
$y=1/(a+b*ln(t))$	y средн	r^2=	=1-AE58/AF58						
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD46)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD47)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD48)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD49)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD50)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD51)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD52)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD53)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD54)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD55)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									
=1/(\$AC\$58-\$AD\$58*LN(AD56)-CP3HAЧ(\$AE\$46:\$AE\$55))									

Рис. 2.21. Формулы для расчета обратнoлогарифмической модели

Обратнoлогарифмическая модель приобретёт следующий вид:

$$\hat{y}_t = \frac{1}{0,009 - 0,001 \ln t} \quad (2.28)$$



Рис. 2.22. График обратнoлогарифмической модели

Полученные коэффициенты детерминации для всех вычисленных моделей представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Коэффициенты детерминации для каждой модели

Модель	Коэффициент детерминации
Линейная	0,907132503
Экспоненциальная	0,884091305
Степенная	0,883825766
Логарифмическая	0,854959961
Обратно-логарифмическая	0,900570939

Выводы: из сводной таблицы следует, что все модели, являются приемлемыми поскольку коэффициент детерминации выше 80%, но наибольший коэффициент детерминации у линейной модели. Следовательно, она самая подходящая и далее прогноз будет строиться на ее основе.

2.1.4. ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДА УПРЕЖДЕНИЯ ПРОГНОЗА

Перед тем как разрабатывать прогноз требуется заранее оценить его точность, которая оценивается величиной доверительного интервала (в ходе исследования вероятность осуществления его равна 0,95).

Период упреждения прогноза – это промежуток времени, на который будет разрабатываться прогноз. Он не должен превышать 1/3 периода основания прогноза.

Формула доверительного интервала:

$$\Delta = \pm t_a \cdot S_{\Pi} \quad (2.29)$$

t_a - табличное значение t-критерия Стьюдента (1,860).

S_{Π} – среднеквадратическое отклонение прогноза, которое вычисляется по формуле:

$$S_{\Pi} = S_y \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_k - \bar{t})^2}{\sum (t_i - \bar{t})^2}} \quad (2.30)$$

где t_k - точка на которую строится прогноз;

S_y – остаточная дисперсия.

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_t)^2}{n - m} \quad (2.31)$$

m – количество параметров модели;

n – число измерений;

Выражения для периода упреждения рассчитывается по следующей формуле:

$$t_k = \sqrt{\left[\left(\frac{t_a S_n}{S_y} - 1 - \frac{1}{n} \right) \cdot \sum (t_i - \bar{t})^2 \right]} + \bar{t} \quad (2.32)$$

B	C	D	E	F	G	H
t среднее	t α	(yt-y)²	(t-t средн)²	Sy	Sn	tk
5,5	2,306	4,602975207	20,25	=КОРЕНЬ(D86/8)	8,724550291	17,31728127
		11,39573921	12,25			тип
		50,45303949	6,25			7
		2,50214876	2,25			
		0,882460973	0,25			
		0,290945822	0,25			
		120,6003306	2,25			
		110,3136455	6,25			
		24,75816345	12,25			
		89,38842975	20,25			
	Σ=	415,1878788	82,5			

Рис. 2.23. Вычисление Sn,Sy

B	C	D	E	F	G	H
t среднее	t α	(yt-y)²	(t-t средн)²	Sy	Sn	tk
5,5	2,306	4,602975207	20,25	7,204060303	8,724550291	=B76+КОРЕНЬ(ABS((((G76*C76)/F76)-1-1/10)*E86))
		11,39573921	12,25			тип
		50,45303949	6,25			7
		2,50214876	2,25			
		0,882460973	0,25			
		0,290945822	0,25			
		120,6003306	2,25			
		110,3136455	6,25			
		24,75816345	12,25			
		89,38842975	20,25			
	Σ=	415,1878788	82,5			

Рис. 2.24. Вычисление t_{тип}

Вывод: согласно полученным данным прогноз можно построить на 7 лет вперед.

2.1.5. ПОЛУЧЕНИЕ ТОЧЕЧНОГО И ИНТЕРВАЛЬНОГО ПРОГНОЗА

Если нам известна прогнозная модель и прогнозная точка tk, на которую строится прогноз то можно построить точечный прогноз (Рис. 2.25.). Рассмотрим вычисления на примере прогноза на 2021 год.

Линейная прогнозная модель:

$$\hat{y}_t = 116 + 7,5t \quad (2.33)$$

Таким образом, если прогноз строится на 2021 год, т. е. $t_{2021} = 11$.

$$\hat{y}_{2021} = 115,5 + 7,5 \cdot 11 = 198 \pm 20,12 \quad (2.34)$$

Прогнозируемое количество сбоев на 2021 год больше чем в 2020 году. Таким образом, можно предположить, что в дальнейшем количество сбоев серверов на предприятиях будет продолжать увеличиваться, так как компания заключает все больше

контрактов с различными организациями и, как следствие, берет под свою ответственность все больше серверов.

Компания «АДМИНРЕНТ» должна быть готова к возможному росту технических неисправностей серверов своих клиентов. Рекомендации:

- Произвести проверку эффективности работы штата системных администраторов в среде резкого повышения количества заявок своих клиентов на ремонт.
- Произвести анализ случаев сбоев в работе серверов на предприятиях, в целях дальнейшего предотвращения той или иной неисправности.
- Выявить частые причины технических неисправностей серверов и защитить их слабые стороны надежными комплектующими.

	A	B	C	D	E	F
90		Δ	у(ПРОГНОЗНОЕ)	Интервальное значение		тип
91	2021	20,11881297	=B\$29+\$C\$29*11	177,8145204	218,0521463	7
92	2022		205,4121212	185,2933082	225,5309342	
93	2023		212,8909091	192,7720961	233,0097221	
94	2024		220,369697	200,250884	240,4885099	
95	2025		227,8484848	207,7296719	247,9672978	
96	2026		235,3272727	215,2084598	255,4460857	
97	2027		242,8060606	222,6872476	262,9248736	

Рис. 2.25. Построение точечного прогноза

2.2. МНОГОМЕРНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

2.2.1. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ И СБОР СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В работе рассматривается 10 самых распространённых сборок серверов, поставляемых различным организациям. Каждый из типов серверов создаётся с учетом особенностей выполняемых задач. Так, сервер под номером “1” (Рис.2.26.) используется для администрирования секторного управления газопроводом в режиме реального времени, что требует больших вычислительных мощностей, поэтому в данном сервере используется более дорогая материнская плата и процессор, в то время как сервер под номером “2” используются для создания локальной сети для сотрудников и поддержки сайта компании, где идёт упор на объём и пропускную способность твердотельного накопителя и жесткого диска.

Для повышения качества работы всей технической инфраструктуры своих клиентов компания «АДМИНРЕНТ» собирает статистику различных показателей и факторов, которые могут на них повлиять.

Большую часть работы компании «АДМИНРЕНТ» занимает аутсорсинг серверного оборудования и его обслуживание. Поломки в серверной могут быть разными и все зависит от функциональной нагрузки.

По данным компании, на первом месте по частоте поломок занимают жесткие диски. Их выход из строя может привести к полной либо частичной потери данных. Частые поломки связаны с тем, что компании решают сэкономить на жестких дисках и используют в серверные такие же диски, как и на обычных пользовательских компьютерах, но не учитывают, что нагрузка на них в разы больше.

На втором месте по частоте поломок находятся блоки питания (при отсутствии резервного или нехватки мощности), выход из строя которых приводит к недоступности сервисов и к выходу из строя всей системы в целом.

Далее в списке причин выхода из строя серверного оборудования стоят (в порядке уменьшения вероятностной доли поломки данного элемента оборудования): модули памяти, контроллеры, системы охлаждения или другие.

Построение корреляционно-регрессионного анализа позволит выяснить как зависит отказоустойчивость работы сервера от конкретных комплектующих.

Для корреляционно-регрессионного анализа было выбрано 10 моделей серверов и собраны данные по общему проценту причин их сбоя (Рис. 2.26.).

2	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
	Модель сервера	Общий процент сбоя	Жесткий диск	Блок питания	Материнская плата	Модули памяти	Контроллеры	Система охлаждения
3		у	х1	х2	х3	х4	х5	х6
4	1	3,21	36,45	18,64	19,64	4,66	9,52	7,210
5	2	3,21	31,29	19,73	21,32	13,18	6,03	5,320
6	3	2,76	29,47	22,98	14,23	16,04	5,44	6,980
7	4	5,32	41,19	8,77	24,58	1,31	14,12	8,720
8	5	2,21	26,31	34,47	10,12	24,06	1,24	3,260
9	6	1,87	21,75	31,74	7,15	27,29	5,72	4,520
10	7	2,32	26,34	27,16	15,76	16,01	4,98	9,730
11	8	4,11	37,87	15,38	23,65	1,89	11,11	4,370
12	9	3,45	35,03	18,34	22,49	2,58	10,43	9,760
13	10	4,76	38,34	14,09	22,77	1,95	12,79	6,150

Рис. 2.26. Статистические данные о сбоях серверов

2.2.2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Для того, чтобы понять, как влияет качество отдельных комплектующих сервера на его общую работу следует построить уравнение регрессии, учитывающее вероятность поломки каждого из элементов системы.

Сначала строится уравнение множественной линейной регрессии следующего вида:

$$\hat{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 \quad (2.35)$$

b_i – коэффициенты влияния факторов x_i ;

a – пересечение с осью ординат.

Необходимо провести регрессионный анализ данных факторов с помощью табличного редактора MS Excel. Результаты на рисунке 2.27.

19	ВЫВОД ИТОГОВ					
20						
21	Регрессионная статистика					
22	Множественный R	0,982589154				
23	R-квадрат	0,965481445				
24	Нормированный R-квадрат	0,896444335				
25	Стандартная ошибка	0,361967496				
26	Наблюдения	10				
27						
28	Дисперсионный анализ					
29		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
30	Регрессия	6	10,9938986	1,832316433	13,98496325	0,026910118
31	Остаток	3	0,393061404	0,131020468		
32	Итого	9	11,38696			
33						
34		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
35	Общий процент сбоя	-10,23028464	8,024590465	-1,274866884	0,292133116	-35,76811291
36	Жесткий диск	0,226270177	0,10854168	2,084638614	0,128432333	-0,119157891
37	Блок питания	0,026419139	0,090007026	0,293523075	0,78825681	-0,260023389
38	Материнская плата	0,123115289	0,103653888	1,187753704	0,320399304	-0,206757643
39	Модули памяти	0,162959658	0,089793368	1,814829554	0,16718165	-0,122802914
40	Контроллеры	0,179149521	0,112165535	1,597188667	0,208507403	-0,177811271
41	Система охлаждения	0,028956575	0,077258764	0,374799878	0,732736397	-0,216915294

Рис. 2.27. Результат применения регрессии

Получаем следующее уравнение регрессии:

$$\hat{y} = -10,23 + 0,23x_1 + 0,03x_2 + 0,12x_3 + 0,16x_4 + 0,18x_5 + 0,03x_6 \quad (2.36)$$

Коэффициенты показывают, как изменится результативный признак, если один из факторов изменится на единицу, когда остальные факторы останутся с постоянными значениями.

Таким образом, коэффициент регрессии при x_1 показывает, что с добавлением одного процента вероятности сбоя работы жестких дисков общий процент сбоя уве-

личивается на 0,23% , x_2 показывает, что с увеличением процента сбоя блоков питания общий процент сбоя увеличивается на 0,03% , x_3 показывает, что с добавлением одного процента вероятности сбоя в работе материнских плат общий процент увеличивается на 0,12% , x_3 показывает что с увеличением процента сбоя в работе модулей памяти общий процент сбоя увеличивается на 0,16% , x_4 и x_5 аналогично.

Индекс множественной корреляции R, который равен 0,982 показывает насколько сильное совместное влияние оказывают исследуемые факторы на конечный результат.

2.2.3. РАСЧЕТ СРЕДНИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭЛАСТИЧНОСТИ

Коэффициент эластичности вычислим (Рис. 2.28.) по следующей формуле:

$$\bar{\varepsilon}_{yx_i} = b_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}} \quad (2.37)$$

b_i – коэффициент в регрессионном уравнении при факторе X_i ;

\bar{x}_i – среднее значение этого фактора;

\bar{y} – среднее значение результата.

СУММ			=C16*C14/\$B\$14		
	A		B		C
1					
2	Модель сервера		Общий процент сбоя		Жесткий диск
3			y		x1
4	1		3,21		36,45
5	2		3,21		31,29
6	3		2,76		29,47
7	4		5,32		41,19
8	5		2,21		26,31
9	6		1,87		21,75
10	7		2,32		26,34
11	8		4,11		37,87
12	9		3,45		35,03
13	10		4,76		38,34
14	Среднее		3,3		32,4
15	Среднее в квадрате		11,04		1050,02
16	Коэффициент b		-10,23		0,23
17	Коэффициент эластичности				=C16*C14/\$B\$14

Рис. 2.28. Результат вычисления коэффициента эластичности для первого фактора

Коэффициент эластичности для каждого фактора равен:

$$\bar{\epsilon}_{yx1} = 2,207\%$$

$$\bar{\epsilon}_{yx2} = 0,168\%$$

$$\bar{\epsilon}_{yx3} = 0,673\%$$

$$\bar{\epsilon}_{yx4} = 0,535\%$$

$$\bar{\epsilon}_{yx5} = 0,439\%$$

$$\bar{\epsilon}_{yx6} = 0,058\%$$

Самое сильное влияние на результат у фактора x_1 .

$\bar{\epsilon}_{yx1}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе жесткого диска на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 2,207 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

$\bar{\epsilon}_{yx2}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе блока питания на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 0,168 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

$\bar{\epsilon}_{yx3}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе материнской платы на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 0,673 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

$\bar{\epsilon}_{yx4}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе модулей памяти на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 0,535 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

$\bar{\epsilon}_{yx5}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе контроллеров на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 0,439 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

$\bar{\epsilon}_{yx6}$, показывает, что с увеличением вероятности сбоя в работе системы охлаждения на 1 %, общий процент сбоя увеличивается в среднем на 0,058 %, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

2.2.4. ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Чтобы понять, является ли уравнения статистически значимым воспользуемся F-критерием Фишера. Если табличное значения меньше расчетного, то модель считается значимой.

Формула для расчета F-критерия выглядит следующим образом:

$$F_{расч} = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m} \quad (2.38)$$

R – индекс множественной корреляции;

m – число факторов, используемых в уравнении регрессии;

n – число исследуемых измерений;

Выдвинем гипотезу о том, что уравнение статистически значимо.

F расчетное = 13,98.

F табличное = 8,94.

Табличное меньше расчетного, следовательно, уравнение регрессии является статистически значимым.

2.2.5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УРАВНЕНИЯ ЧЕРЕЗ СРЕДНЮЮ ОШИБКУ АППРОКСИМАЦИИ

Формула для расчета средней ошибки аппроксимации (Рис. 2.29.):

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - y_{расч}}{y} \right| \times 100\% \quad (2.39)$$

N10			
	K	L	
	уРАСЧ	Ошибка аппроксимации	
2			
3	\tilde{y}	A	
4	3,601372688	12,19%	
5	3,377905653	5,23%	
6	2,587503053	6,25%	
7	5,343223323	0,44%	
8	2,116831371	4,22%	
9	2,012697541	7,63%	
10	2,170408807	6,45%	
11	4,081455067	0,69%	
12	3,520931112	2,06%	
13	4,407671385	7,40%	
14	Среднее	5,26%	

Рис. 2.29. Вычисление средней ошибки аппроксимации

Таким образом, фактические значения отличаются от теоретических на 5,26 %.

Отклонение является незначительным, и построенная модель является хорошо подобранной.

2.2.6. ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ

Для составления матрицы коэффициентов корреляции и выявления информативных факторов требуется оценить значимость коэффициентов уравнения с помощью t-критерия Стьюдента.

Для того, чтобы рассчитать t-критерий Стьюдента воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ip} = \frac{b_i}{S_{bi}} \quad (2.40)$$

t-критерии Стьюдента будут иметь следующие значения:

$$T1p = 2,1$$

$$T2p = 0,3$$

$$T3p = 1,2$$

$$T4p = 1,8$$

$$T5p = 1,6$$

$$T6p = 0,4$$

Табличное значение t-критерия Стьюдента выбирается из таблиц t-статистики при установленном уровне значимости $\alpha = 0,05$, и числе степеней свободы $\nu = n - m - 1$, где n – количество исходных данных, m – число параметров при факторах уравнения тренда, соответственно $\nu = 10 - 6 - 1 = 3$. Табличное значение t-критерия Стьюдента равно $t_{\alpha} = 3,1825$.

Для данных условий любые значения t - критерия Стьюдента, которые окажутся ниже 3,18, являются неслучайными, и, тем самым, надежными и значимыми.

2.2.7. ОТБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ФАКТОРОВ

Для успешного отбора информативных факторов требуется рассчитать матрицу парных коэффициентов корреляции (Рис.2.30.).

После расчетов можно будет обнаружить существует ли между факторами мультиколлинеарность. Это поможет отбросить лишние факторы для построение упрощенной модели.

	B	C	D	E	F	G	H	I
57	Парные коэф. Корреляции	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
58	y	1	0.93930617	-0.941138535	0.869642423	-0.870519945	0.90499344	0.245955655
59	x1		1	-0.944679127	0.923932092	-0.961058307	0.884042422	0.293599224
60	x2			1	-0.933555928	0.93079382	-0.92661032	-0.397610669
61	x3				1	-0.954196336	0.820100725	0.405407265
62	x4					1	-0.891151065	-0.44363077
63	x5						1	0.381462174
64	x6							1

Рис. 2.30. Матрица коэффициентов парной корреляции

Из полученных значений матрицы можно сделать вывод, что фактор x1 дублирует факторы x3 и x5 при наиболее тесной связи с исследуемым показателем, а фактор x2 коррелирует с фактором x4. Таким образом в новое уравнение регрессии будут входить только факторы x1 и x2.

Построим новое уравнение регрессии с учетом оставшихся факторов.

2.2.8. ПОСТРОЕНИЕ И ПРОВЕРКА МОДЕЛИ С ИНФОРМАТИВНЫМИ ФАКТОРАМИ

Построим модель в естественной форме только с информативными факторами. Модель приобретет следующий вид:

$$\tilde{y}_x = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 \quad (2.41)$$

Далее воспользуемся процедурой “Регрессия”, которая входит в пакет «Анализ данных» в программе MS Excel (Рис. 2.32.).

	В	С	Д	Е
70	Модель сервера	Показатель сбоев серверов	Жесткий диск	Блок питания
71		у	х1	х2
72	1	3,21	36,45	18,64
73	2	3,21	31,29	19,73
74	3	2,76	29,47	22,98
75	4	5,32	41,19	8,77
76	5	2,21	26,31	34,47
77	6	1,87	21,75	31,74
78	7	2,32	26,34	27,16
79	8	4,11	37,87	15,38
80	9	3,45	35,03	18,34
81	10	4,76	38,34	14,09

Рис. 2.31 Исходные данные для первых двух факторов

Д93	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
83	ВЫВОД ИТОГОВ								
84									
85	Регрессионная статистика								
86	Множественный R	0,95351788							
87	R-квадрат	0,909196347							
88	Нормированный R-квадрат	0,883252446							
89	Стандартная ошибка	0,384331993							
90	Наблюдения	10							
91									
92	Дисперсионный анализ								
93		df	SS	MS	F	Значимость F			
94	Регрессия	2	10,35298244	5,176491218	35,0447048	0,000225612			
95	Остаток	7	1,033977565	0,147711081					
96	Итого	9	11,38696						
97									
98		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
99	Y-пересечение	2,120021039	2,98469908	0,710296409	0,500492593	-4,937670789	9,177712866	-4,937670789	9,177712866
100	x1	0,082716561	0,061515002	1,344656717	0,220673383	-0,062743305	0,228176427	-0,062743305	0,228176427
101	x2	-0,06996538	0,048585598	-1,440043599	0,193039086	-0,184852064	0,044921304	-0,184852064	0,044921304

Рис. 2.32. Результаты регрессии

Таким образом, получим следующее уравнение:

$$\hat{y} = 2,12 + 0,08x_1 - 0,07x_2 \quad (2.42)$$

Коэффициент регрессии при x_1 показывает, что с добавлением одного процента вероятности сбоя работы жестких дисков общий процент сбоя увеличивается на 0,08% , x_2 показывает, что с увеличением процента сбоя блоков питания общий процент сбоя уменьшается на 0,03% , при фиксированном значении остальных факторов.

Коэффициент детерминации R стал 0,95, следовательно, качество модели пострадало несущественно.

Высчитаем коэффициенты эластично для новой модели. Они будут равны:

$$\bar{\varepsilon}_{yx1} = 0,083\%$$

$$\bar{\Theta}_{yx2} = -0,445\%$$

Эти коэффициенты показывают, что с увеличением фактора x_1 на 1 %, общий процент сбоя увеличиваются в среднем на 0,083 %, при условии, что второй фактор остаётся неизменным; С увеличением фактора x_2 на 1 %, общий процент сбоя уменьшается в среднем на 0,445 %, при условии, что второй фактор остаётся неизменным.

Оценим качество уравнения. Фактическое значение F-критерия Фишера равно 35,04, а табличное 4,74. Т.к. расчетное больше табличного, то уравнение является значимым.

Рассчитаем ошибку аппроксимации (Рис. 2.33.).

H78			fx		
	F		G		
	уРАСЧ		Ошибка аппроксимации		
70	\tilde{y}		A		
72	3,830885001		2,02%		
73	3,327805283		2,17%		
74	2,949873658		1,69%		
75	4,913519798		4,40%		
76	1,884587111		1,36%		
77	1,698405081		0,96%		
78	2,398515535		1,29%		
79	4,176429656		3,09%		
80	3,734417099		2,37%		
81	4,305561779		3,86%		
82	Среднее		2,32%		

Рис. 2.33. Вычисление средней ошибки аппроксимации

Можно заметить, что ошибка аппроксимации уменьшилась, что говорит о наличии неточностей в исходной модели, которые были устранены в процессе оптимизации.

2.3. ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

В ходе исследования было доказано наличие тренда роста количества сбоев серверов на предприятиях, что послужило основанием для построения прогнозной модели.

Был проведен анализ различных типов прогнозных моделей для выявления типа модели, наиболее точно совпадающей с участком ретроспекции. Для сравнительного анализа качества модели был использован коэффициент детерминации. В ходе

оценки получено, что линейный тип модели обладает наибольшим коэффициентом детерминации $R^2=91\%$.

Применив выбранную линейную модель были получены прогнозные значения количества сбоев серверов на следующие 3 года с высокой точностью и на следующие 7 лет с высокой вероятностью совпадения:

$$\hat{y}_{2021} = 198 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2022} = 205,4 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2023} = 213 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2024} = 220,4 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2025} = 228 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2026} = 235 \pm 20,12$$

$$\hat{y}_{2027} = 243 \pm 20,12$$

По сделанному прогнозу выявлено увеличение количества сбоев серверов. Было принято решение применить многомерный корреляционно-регрессионный анализ для определяемой переменной количества сбоев серверов относительно факторных переменных вероятностей сбоя конкретных комплектующих. Полученное линейное уравнение регрессии может быть использовано для грамотного предиктивного менеджмента и выявления причин роста сбоев на ранние этапы с возможностью быстрого устранения и защиты слабых мест.

Линейное уравнение регрессии включает 6 различных предикторов: сбой в работе жесткого диска, блока питания, материнской платы, контроллеров, системы охлаждения или иных, редких причин.

Зависимость и высокое качество модели были подтверждено с помощью F-критерия Фишера и средней ошибки аппроксимации. Эффективность и значимость каждого из предикторов рассчитано с помощью t-статистики Стьюдента и коэффициента эластичности. Было выявлено, что незначимые факторы в модели отсутствуют. Далее были рассчитаны парные коэффициенты корреляции. Матрица ПКК проиллюстрировала связь коэффициентов x_1 x_3 и x_5 при наибольшей тесноте связи с определяемой переменной предиктора x_1 и корреляцию коэффициентов x_2 и x_4 . Для оптимизации модели было принято решение об исключении из модели предикторов 3,4,5 и 6. Новая модель приняла вид:

$$\hat{y} = 2,12 + 0,08x_1 - 0,07x_2$$

При проверке качества оптимизированной модели с помощью ошибки аппроксимации, новая модель показала ее уменьшившиеся значения, что говорит о наличии факторов с высоким разбросом в исходной модели. Таким образом, компании стоит сделать упор на качество жестких дисков, которые задействованы в серверах их клиентов.

ГЛАВА 3. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ GPSS WORLD РАБОТЫ РЕ- МОНТНОГО ОТДЕЛА КОМПАНИИ «АДМИНРЕНТ»

Основным направлением деятельности компании ООО «АДМИНРЕНТ» является частичная или полная передача товаров/работ и услуг по поддержке, обслуживанию и модернизации IT-инфраструктуры в руки компаний.

В исследуемой компании специализированный отдел IT-специалистов занимается настройкой или ремонтом всей технической инфраструктуры своих клиентов, которые предварительно оставили заявку через операторов о какой-либо технической неисправности или другой проблеме.

Обслуживание клиентов ведется через операторов, которые записывают все данные, собирают информацию о проблеме и передают их IT-специалисту, если требуется выезд. Бывает и так, что проблему можно решить по телефону, тогда звонок переводят на квалифицированного оператора.

Для того, чтобы повысить эффективность, быстродействие и качество обслуживания своих клиентов, работу компании можно представить в виде имитационной модели. Таким образом, благодаря изменению параметров, качество работы можно будет оптимизировать.

Перед тем как приступить к моделированию нужно обозначить параметры нашей модели:

- Количество выездных IT-специалистов – 9;
- Количество операторов – 1;
- Количество квалифицированных операторов – 1;
- Каждый час поступает 8 заявок (интенсивность $\lambda=8$);
- Время приема заявки первичным оператором 3 мин, а квалифицированным 20 мин.;
- Время ремонта, диагностики, настройки - 3 часа;
- Отдел работает 24 часа (4 смены по 8 часов). Т. раб. = 24 ч.

DIPLOM.gps		
SpecialistSTOR	STORAGE 9	;Количество выездных IT-специалистов
OperatorSTOR	STORAGE 1	;Количество операторов
TechOperatorSTOR	STORAGE 1	;Количество квалифицированных операторов
	GENERATE (EXPONENTIAL(1,0,0.125))	;Генерация заявки
	QUEUE OperOCHER	;Очередь на оформление заявки
	ENTER OperatorSTOR	;Оператор приступает к оформлению заявки
	DEPART OperOCHER	;Забор заявки из очереди
	ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,0.05))	;Приним заявки
	LEAVE OperatorSTOR	;Окончание приема заявки
Met1	TRANSFER 0.4, Met1, viezd	;С вероятностью 40% потребуется выезд специалиста
	TRANSFER (1/6), telhelp, fasthelp	;С определенной вероятностью первичный оператор переводит на квалифицированного оператора
telhelp	QUEUE TechOperOCHER	;Очередь на линию к квалифицированному оператору
	ENTER TechOperatorSTOR	;Оператор приступает к оформлению заявки
	DEPART TechOperOCHER	;Забор заявки из очереди
	ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,(1/3)))	;Приним заявки
	LEAVE TechOperatorSTOR	;Окончание приема заявки
	TERMINATE 0	;Удаление заявки из системы
viezdz	QUEUE ViezdOCHER	;Очередь на оформление выездного ремонта
	ENTER SpecialistSTOR	;IT-специалисты приступают к работе
	DEPART ViezdOCHER	;Забор заявки из очереди
	ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,3))	;Выполнение работы выездными специалистами
	LEAVE SpecialistSTOR	;Окончание обслуживания
	TERMINATE 0	;Удаление заявки из очереди
fasthelp	TERMINATE 0	;Удаление заявки из очереди
	GENERATE 24	;Длительность рабочего дня
	TERMINATE 1	;
	START 1	;Количество прогонов

Рис. 3.1. Текст программной модели

После окончания моделирования открывается отчет с результатами моделирования (Рис. 3.2,3.3).

GPSS World - [DIPLOM.8.1 - REPORT]

File Edit Search View Command Window Help

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	24.000	23	0	3

NAME	VALUE
FASTHELP	21.000
MET1	8.000
OPERATORSTOR	10001.000
OPEROCHER	10003.000
SPECIALISTSTOR	10000.000
TECHOPERATORSTOR	10002.000
TECHOPEROCHER	10005.000
TELHELP	9.000
VIEZD	15.000
VIEZDOCHER	10004.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	194	0	0
	2	QUEUE	194	0	0
	3	ENTER	194	0	0
	4	DEPART	194	0	0
	5	ADVANCE	194	0	0
	6	LEAVE	194	0	0
	7	TRANSFER	194	0	0
MET1	8	TRANSFER	119	0	0
TELHELP	9	QUEUE	96	22	0
	10	ENTER	74	0	0
	11	DEPART	74	0	0
	12	ADVANCE	74	1	0
	13	LEAVE	73	0	0
	14	TERMINATE	73	0	0
VIEZD	15	QUEUE	75	13	0
	16	ENTER	62	0	0
	17	DEPART	62	0	0
	18	ADVANCE	62	9	0
	19	LEAVE	53	0	0
	20	TERMINATE	53	0	0
FASTHELP	21	TERMINATE	23	0	0
	22	GENERATE	1	0	0
	23	TERMINATE	1	0	0

Рис. 3.2 Отчет работы программы (часть 1)

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
OPEROCHER	4	0	194	108	0.227	0.028	0.063	0
VIEZDOCHER	13	13	75	13	5.046	1.615	1.953	0
TECHOPEROCHER	22	22	96	1	11.976	2.994	3.026	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SPECIALISTSTOR	9	0	0	9	62	1	8.645	0.961	0	13
OPERATORSTOR	1	1	0	1	194	1	0.412	0.412	0	0
TECHOPERATORSTOR	1	0	0	1	74	1	0.987	0.987	0	22

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
196	0	24.173	196	0	1		
154	0	24.196	154	18	19		
145	0	24.745	145	12	13		
146	0	25.071	146	18	19		
122	0	25.296	122	18	19		
151	0	25.726	151	18	19		
116	0	26.005	116	18	19		
99	0	26.679	99	18	19		
127	0	27.466	127	18	19		
133	0	28.347	133	18	19		
143	0	28.555	143	18	19		
197	0	48.000	197	0	22		

Рис. 3.3. Отчет работы программы (часть 2)

Результаты моделирования сведем в таблицу 3.1:

Таблица 3.1

Основная статистика

Всего было сгенерировано заявок	194
Было обслужено заявок	149
Коэффициент загрузки ИТ-специалистов	0,961
Коэффициент загрузки первичного оператора	0,412
Коэффициент загрузки квалифицированного оператора	0,987
Максимальная длина очереди на линию к первичному оператору	4
Максимальная длина очереди на линию к квалифицированному оператору	22
Максимальная длина очереди на ремонт или иную услугу, требующую выезд ИТ-специалиста	13
Средняя длина очереди на линию к первичному оператору	0,227
Средняя длина очереди на линию к квалифицированному оператору	11,976
Средняя длина очереди на ремонт или иную услугу, требующую выезд ИТ-специалиста	5,046
Среднее время ожидания к первичному оператору	0,028
Среднее время ожидания к квалифицированному оператору	2,994
Среднее время ожидания ИТ-специалистов	1,615

По полученным данным можно сделать вывод о том, что необходимо снизить нагрузку на квалифицированного оператора, который не справляется с обслуживанием всех клиентов, так как максимальная длина очереди слишком большая.

3.2. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕМОНТНОГО ОТДЕЛА КОМПАНИИ

Для оптимизации системы изменим значения входных параметров. Компании рекомендуется добавить еще одного квалифицированного оператора в целях снижения нагрузки на систему. Если после моделирования новой оптимизированной имитационной модели результаты не будут удовлетворять норме, то также рекомендуется добавить выездных IT-специалистов.

Оптимизированная имитационная модель, а также отчёт её работы представлены на рисунках 3.3 и 3.4.

```

GPSS World - [DIPLOM.gps]
File Edit Search View Command Window Help

SpecialistSTOR STORAGE 9 ;Количество выездных IT-специалистов
OperatorSTOR STORAGE 1 ;Количество операторов
TechOperatorSTOR STORAGE 2 ;Количество квалифицированных операторов
GENERATE (EXPONENTIAL(1,0,0.125)) ;Генерация заявки

QUEUE OperOCHER ;Очередь на оформление заявки
ENTER OperatorSTOR ;Оператор приступает к оформлению заявки
DEPART OperOCHER ;Забор заявки из очереди
ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,0.05)) ;Прием заявки
LEAVE OperatorSTOR ;Окончание приема заявки
TRANSFER 0.4,Met1,viezd ;С вероятностью 40% потребуется выезд специалиста
TRANSFER (1/6),telhelp,fasthelp ;С определенной вероятностью первичный оператор переводит на квалифицированного оператора

telhelp QUEUE TechOperOCHER ;Очередь на линию к квалифицированному оператору
ENTER TechOperatorSTOR ;Оператор приступает к оформлению заявки
DEPART TechOperOCHER ;Забор заявки из очереди
ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,(1/3))) ;Прием заявки
LEAVE TechOperatorSTOR ;Окончание приема заявки
TERMINATE 0 ;Удаление заявки из системы

viezd QUEUE ViezdOCHER ;Очередь на оформление выездного ремонта
ENTER SpecialistSTOR ;IT-специалисты приступают к работе
DEPART ViezdOCHER ;Забор заявки из очереди
ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,3)) ;Выполнение работы выездными специалистами
LEAVE SpecialistSTOR ;Окончание обслуживания
TERMINATE 0 ;Удаление заявки из очереди

fasthelp TERMINATE 0 ;Удаление заявки из очереди
GENERATE 24 ;Длительность рабочего дня
TERMINATE 1 ;
START 1 ;Количество прогонов
  
```

Рис. 3.4 Оптимизированный код программы

GPSS World - [DIPLOM.14.1 - REPORT]

File Edit Search View Command Window Help

GPSS World Simulation Report - DIPLOM.14.1

Sunday, May 23, 2021 22:20:11

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	24.000	23	0	3

NAME	VALUE
FASTHELP	21.000
MET1	8.000
OPERATORSTOR	10001.000
OPEROCHER	10003.000
SPECIALISTSTOR	10000.000
TECHOPERATORSTOR	10002.000
TECHOPEROCHER	10005.000
TELHELP	9.000
VIEZD	15.000
VIEZDOCHER	10004.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	171	0	0
	2	QUEUE	171	0	0
	3	ENTER	171	0	0
	4	DEPART	171	0	0
	5	ADVANCE	171	0	0
	6	LEAVE	171	0	0
	7	TRANSFER	171	0	0
MET1	8	TRANSFER	108	0	0
TELHELP	9	QUEUE	92	1	0
	10	ENTER	91	0	0
	11	DEPART	91	0	0
	12	ADVANCE	91	2	0
	13	LEAVE	89	0	0
	14	TERMINATE	89	0	0
VIEZD	15	QUEUE	63	1	0
	16	ENTER	62	0	0
	17	DEPART	62	0	0
	18	ADVANCE	62	9	0
	19	LEAVE	53	0	0
	20	TERMINATE	53	0	0
FASTHELP	21	TERMINATE	16	0	0
	22	GENERATE	1	0	0
	23	TERMINATE	1	0	0

Рис. 3.5 Отчет работы оптимизированной программы (часть 1)

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OPEROCHER	5	0	171	114	0.151	0.021	0.064	0
VIEZDOCHER	3	1	63	53	0.134	0.051	0.321	0
TECHOPEROCHER	6	1	92	38	0.792	0.207	0.352	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SPECIALISTSTOR	9	0	0	9	62	1	6.098	0.678	0	1
OPERATORSTOR	1	1	0	1	171	1	0.362	0.362	0	0
TECHOPERATORSTOR	2	0	0	2	91	1	1.494	0.747	0	1

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
173	0		24.088	173	0	1		
169	0		24.131	169	12	13		
168	0		24.356	168	12	13		
140	0		24.361	140	18	19		
148	0		24.772	148	18	19		
157	0		25.290	157	18	19		
156	0		27.078	156	18	19		
164	0		27.633	164	18	19		
115	0		28.522	115	18	19		
166	0		28.632	166	18	19		
153	0		30.862	153	18	19		
143	0		33.227	143	18	19		
174	0		48.000	174	0	22		

Рис. 3.6. Отчет работы оптимизированной программы (часть 2)

Результаты работы оптимизированной имитационной модели отображены в таблице 3.2

Таблица 3.2

Основная статистика

Всего было сгенерировано заявок	171
Было обслужено заявок	158
Коэффициент загрузки ИТ-специалистов	0,678
Коэффициент загрузки первичного оператора	0,362
Коэффициент загрузки квалифицированного оператора	0,747
Максимальная длина очереди на линию к первичному оператору	5
Максимальная длина очереди на линию к квалифицированному оператору	6
Максимальная длина очереди на ремонт или иную услугу, требующую выезд ИТ-специалиста	3
Средняя длина очереди на линию к первичному оператору	0,151
Средняя длина очереди на линию к квалифицированному оператору	0,792
Средняя длина очереди на ремонт или иную услугу, требующую выезд ИТ-специалиста	0,134
Среднее время ожидания к первичному оператору	0,021
Среднее время ожидания к квалифицированному оператору	0,207
Среднее время ожидания ИТ-специалистов	0,051

После оптимизации максимальная длина очереди к квалифицированному оператору снизилась с 22 человек до 6 человек, а нагрузка снизилась с 0,987 до 0,747. Среднее время ожидания операторов и выездных IT-специалистов значительно уменьшилось. Таким образом, вся работа отдела, который занимается решением всех технических проблем своих клиентов, стала более эффективной и быстрой. Нанимать дополнительных выездных IT-специалистов не требуется, так как данные полученные после моделирования удовлетворяют нормам.

3.3. ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ

Таким образом, после моделирования работы отдела компании “АДМИН-РЕНТ”, занимающейся техническим обслуживанием и обработкой заявок своих клиентов, было обнаружено, что максимальная длина очереди на телефонной линии слишком большая и многие клиенты долго ждут, пока им предоставят необходимую консультацию. Когда дело касается серверов на предприятии, слишком долгое ожидание недопустимо, так как компания может сильно экономически пострадать. После анализа результатов моделирования было принято решение увеличить количество технических операторов. Принятая оптимизация позволила снизить среднюю длину очереди до 6 человек, что является приемлемым показателем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования компании «АДМИНРЕНТ» и ее основного направления по аутсорсингу IT-инфраструктуры были выявлены трудности в быстром действии деятельности компании и скорости обслуживания клиентов.

Была построена прогнозная модель технических сбоев серверов на предприятиях, которая показала предстоящий рост этого показателя.

Благодаря многомерному корреляционно-регрессионному анализу была выявлена зависимость общего процента сбоя серверов от их комплектующих. После анализа полученных данных главным фактором, отвечающим за качественную и корректную работу серверов, оказались жесткие диски, на которых в дальнейшем компании не рекомендуется экономить.

С целью оценки эффективности работы компании и увеличения скорости выполнения заявок путем оптимизации было принято решение построить ее имитационную модель в программной среде GPSS World. После моделирования выяснилось, что система перегружена и сотрудники не успевают обслуживать своих клиентов. Изменение параметров системы позволила привести в оптимальный режим работу компании. Было предложено нанять на работу еще одного квалифицированного оператора и таким образом ускорить всю работу в целом. Я считаю данный способ оптимизации полностью окупает затраты компании на еще одного сотрудника, так как без него слишком много клиентов ждали бы своей помощи, а для аутсорсинговой компании одной из важнейших задач является быстрая помощь своим клиентам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов Е. Аутсорсинг: 10 заповедей и 21 инструмент [Журнал] / Е. Аксенов, И. Альтшулер // Теория менеджмента, 2009, с.464 .
2. Аутсорсинг: что это такое простыми словами — понятие и виды аутсорса, что означает outsourcing персонала [Электронный ресурс] / Статья с сайта cleverence.ru. – Режим доступа: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/autsorsing-chto-eto-takoe-prostymi-slovami-ponyatie-i-vidy-autsorsa-chto-oznachaet/>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус. (Дата обращения 25.04.2021).
3. Афанасьева О. В. Информационно-вероятностный анализ сложных систем / Афанасьева О.В., Клавдиев А.А. СПб.: Политехн. ун-та, 2017, 138 с.
4. Афанасьева О.В. Системное моделирование (учебно-методический комплекс для студентов бакалавриата направления 27.03.03) / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин // СПб.: изд-во Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015, 155 с.
5. Афанасьева О.В. Теория и практика моделирования сложных систем: Учебн. пособие / О.В. Афанасьева О.В., Е.С. Голик, Д.А. Первухин. СПб.: СЗТУ, 2005, 131 с.
6. Галимова М.П. Оценка эффективности аутсорсинга производственных функций на примере АО «ТРАНСНЕФТЬ-УРАЛ» [Статья] / М.П. Галимова, Ю.В. Шляхтиченко – Уфа: Сборник статей «СТРАТЕГИЯ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА, ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ», 2017, 124-129 с.
7. Голик Е.С. Теория и методы статистического прогнозирования: учебное пособие / Е.С. Голик, О.В. Афанасьева. – СПб.: СЗТУ, 2008, 182 с.
8. Иванов В.В. Модели аутсорсинга в информационных технологиях: особенности применения ИТ-аутсорсинга в России [Журнал] / В.В. Иванов., Дегтярев А.В. // Вестник СГАУ им.ак. М.Ф. Решетнева, 2006, №6. с. 187-190.
9. ИТ-инфраструктура организации: учебное пособие / В.А.Емельянов М.: КНОРУС, 2021, 146с.
10. Колесниченко С.В. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. Системный анализ данных: Учебное пособие по выполнению практических и лабораторных работ. СПб.: СПбГУ, 2017, 112 с.
11. Морозов В.М. Системное моделирование и методы исследования математических моделей: Учебн. пособие. – 2-е изд. – М.: КУРС, 2016, 243 с.
12. Наши услуги [Электронный ресурс] / ООО «Админрент». Режим доступа: <https://adminrent.ru/>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус. (Дата обращения 15.05.2021)
13. Надёжность информационных систем: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина, К.А. Набатов Т.: ГОУ ВПО ТГТУ, 2010, 160 с.
14. Новрузова Г.С. Системный подход, моделирование и имитационное моделирование как основа образовательных технологий [журнал] // Историческая и социально образовательная мысль, 2020, №3, с. 120-131.
15. Основы системного анализа и управления: учебник / О. В. Афанасьева, С.В. Колесниченко, А.А. Клавдиев, Д.А. Первухин СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2018, 551 с.
16. Первухин Д.А. Теория и методы прогнозирования / Д.А. Первухин, О.В. Афанасьева // СПб.:

ООО «СатисЪ», 2014, 139 с.

17. *Севастьянова Е.В.* Организационно-экономический механизм аутсорсинга (на примере аутсорсинга учетных функций для малых предприятий) [журнал] // Вестник томского государственного университета, 2011, №342, с. 163-165.

18. *Тарабина Ю.А.* Аутсорсинг, причины его возникновения и использования [Журнал] / Ю.А. Тарабина, А.Н. Сивакс // Вестник молодых ученых СГЭУ, 2018, №2, с. 193-195.

19. Терехов А.М. Рынок ИТ-аутсорсинга в условиях кризиса [журнал] // Вестник Камчатского государственного технического университета, 2009, №9, с. 107-108.

20. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕРВЕРА МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ [Статья] / Серый Н.А., Данилова А.В., Куликова Н.Н., Бериева М.А. – Пенз.: Конференция «Международная научно-практическая конференция»

21. Типы серверов [Электронный ресурс] / Андрей Борзенко. Режим доступа: <https://www.iemag.ru/analitics/detail.php?ID=17969>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус. (Дата обращения 23.05.2021)

22. *Thomas A. Limoncelli* The Practice of System and Network Administration [Книга] / Thomas A. Limoncelli, Christina J. Hogan, Strata R. Chalup. – Mass.: Addison-Wesley, 2012. – Пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2018, 1104 с.