Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

****

**Курсовая работа**

по дисциплине «Аналитические модели автоматизированных систем обработки информации и управления»

Вариант 3

**Расчетно-пояснительная записка**

(вид документа)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Бумага А4 |  |
|  | (вид носителя) |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 47 |  |
|  | (количество листов) |  |

**Выполнил:**

студент группы ИУ5-13М

Березин И.С.

“\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г.

Москва 2018 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реферат**

Данный документ представляет собой расчетно-пояснительную записку к курсовой работе по дисциплине «Аналитические модели автоматизированных систем обработки информации и управления».

Целью курсовой работы является разработка проектного решения на объединенную сеть фирмы, включающей центральный офис и два удаленных филиала фирмы.

В процессе выполнения курсовой работы приводится описание процесса проектирования сети для каждого подразделения фирмы: разработка структурной схемы ЛВС центрального и удаленного офисов фирмы, выбор сети связи и оборудования, а также расчет характеристик функционирования сети связи и службы ремонта. Также в работе рассмотрены правила и принципы построения производительных и отказоустойчивых сетей центрального отделения и филиалов фирмы.

В работе выполнено аналитическое и имитационное моделирования и приведены таблицы сравнения результатов.

Содержание

[Техническое задание 4](#_Toc531360724)

[1. Архитектура объединенной сети фирмы 6](#_Toc531360725)

[1.1. Укрупненная схема сети 6](#_Toc531360726)

[1.2. Схема сети центрального отделения фирмы 6](#_Toc531360727)

[1.3. Схема сети филиала 1 7](#_Toc531360728)

[1.4. Схема сети филиала 2 7](#_Toc531360729)

[1.5. Правила и принципы построения производительных и отказоустойчивых сетей центрального отделения и филиалов фирмы 8](#_Toc531360730)

[2. Выбор типа сети удаленной связи и оборудования сети 11](#_Toc531360731)

[2.1 Выбор типа сети удаленной связи методом взвешенной суммы 11](#_Toc531360732)

[3. Расчет основных характеристик функционирования сети удаленной связи……… 22](#_Toc531360733)

[4. Расчет основных характеристик функционирования службы ремонта и обслуживания ЛВС 27](#_Toc531360734)

[5. Аналитическое моделирование ЛВС центрального офиса 32](#_Toc531360735)

[6. Имитационное моделирование ЛВС центрального офиса 37](#_Toc531360736)

[7. Сравнительный анализ результатов моделирования 40](#_Toc531360737)

[Приложение 1. Аналитическое моделирование ЛВС центрального офиса 43](#_Toc531360735)

[Приложение 2. Имитационное моделирование ЛВС центрального офиса 44](#_Toc531360736)

[Приложение 3. Сравнительный анализ результатов моделирования 40](#_Toc531360737)

[Приложение 4. Имитационное моделирование ЛВС центрального офиса 46](#_Toc531360736)

[Приложение 5. Сравнительный анализ результатов моделирования 40](#_Toc531360737)

**Техническое задание**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Центральный офис | 1-ый филиал | 2-ой филиал | Выбор сервера | Обслуживание заявок в узлах сети связи | Служба ремонта | Модель ЛВС |
| 3 | 8(2)/2(2) | 3(2)/4(2) | 28 | 33 | 40, 43, 46 | 55 | 65, 68 |

**Наименование разработки**

Проектное решение на распределенную АСОИиУ фирмы.

**Основание для разработки**

Основанием для разработки является учебный план, утвержденный кафедрой ИУ5 МГТУ им. Н.Э. Баумана.

**Исполнитель**

Березин И.С., группа ИУ5-13М.

**Назначение и цель разработки**

Разработать проектное решение на распределенную АСОИУ фирмы, объединяющую все ее подразделения. Фирма состоит из центрального офиса и двух удаленных филиалов.

**Содержание работы**

1. Разработать укрупненную блок-схему распределенной АСОИиУ фирмы;
2. разработать структурные схемы ЛВС центрального и удаленных офисов фирмы (филиалов фирмы);
3. выбрать рациональный вариант удаленной связи ЛВС, входящих в состав распределенной АСОИиУ фирмы;
4. оценить характеристики функционирования выбранного варианта удаленной связи ЛВС, входящих в состав распределенной АСОИиУ фирмы;
5. выбрать оборудование для сетей, входящих в состав распределенной АСОИиУ фирмы;
6. определить качество работы службы ремонта и обслуживания ЛВС;
7. выполнить аналитическое и имитационное моделирование ЛВС;
8. провести сравнительный анализ результатов моделирования;
9. разработать рекомендации по модернизации и реорганизации распределенной АСОИиУ фирмы.

**Требования к составу и характеристикам технических средств**

1. В центральном офисе фирмы расположены ЛВС 1000 BaseTX, содержащая два коммутатора, и ЛВС 100 BaseТ4, содержащая также два коммутатора. Обе сети подключены к удаленному маршрутизатору.
2. В первом филиале фирмы расположены ЛВС 100 BaseFX, содержащая два коммутатора, и ЛВС 100 BaseSX, содержащая также два коммутатора. Обе сети подключены к удаленному маршрутизатору.
3. Во втором филиале фирмы расположена ЛВС TokenRing на комбинированной среде (ВОЛС и ЭВП).

**Требования к программному обеспечению**

1. ЛВС должны работать под управлением сетевой ОСWindowsServer;
2. В сети должна быть установлена СУБД SQLServer.

**Требования к документации**

По окончании работы предъявляются следующие документы:

1. Техническое задание (ТЗ);
2. Расчетно-пояснительная записка (РПЗ);
3. Приложения (листы формата А4).

**Стадии и этапы разработки**

1. Построение сети, выбор сети и оборудования 01.09.18 – 30.09.18
2. Расчет времени передачи и модель ремонтника 01.10.18 – 28.10.18
3. Моделирование работы сети 29.10.18 – 18.11.18
4. Оформление документации 19.11.18 – 30.11.18

**Порядок контроля и приема работы**

Прием работы осуществляется путем проверки соответствия выполненной работы пунктам технического задания.

# **1. Архитектура объединенной сети фирмы**

# **Укрупненная схема сети**

На рис. 1 представлена укрупненная схема фирмы.



Рисунок 1. Укрупненная схема

# **1.2. Схема сети центрального отделения фирмы**

В центральном офисе фирмы расположены ЛВС 1000 BaseTX, содержащая два коммутатора, и ЛВС 100 BaseТ4, содержащая также два коммутатора. Обе сети подключены к удаленному маршрутизатору (роутеру).

На рис. 2 представлена схема сети центрального офиса фирмы.



Рисунок 2.Схема сети центрального офиса фирмы

# **1.3. Схема сети филиала 1**

В первом филиале фирмы расположены ЛВС 100 BaseFX, содержащая два коммутатора, и ЛВС 100 BaseSX, содержащая также два коммутатора. Обе сети подключены к удаленному маршрутизатору.

На рис. 3 представлена схема сети филиала 1.



Рисунок 3.Схема сети первого филиала

# **1.4. Схема сети филиала 2**

Во втором филиале фирмы расположена ЛВС TokenRingна комбинированной среде {ВОЛС и ЭВП}.

На рис. 4 представлена схема сети филиала 2.



Рисунок 4.Схема сети второго филиала

# **1.5. Правила и принципы построения производительных и отказоустойчивых сетей центрального отделения и филиалов фирмы**

**1) ЛВС 1000 BaseTX**

Параметры протокола 1000 BASE-T GigabitEthernet описываются документом IEEE Std 802.3ab, утвержденным Ассоциацией стандартов Института инженеров электроники и электротехники (IEEE-SA). Второй стандарт называется ANSI/TIA-854 “Спецификация физического уровня дуплексного 1000 BASE-TX GigabitEthernet симметричных кабельных систем категории 6”. Оба стандарта используют все четыре пары в кабеле, но в каждом применена различная техника передачи и схема кодирования. В соответствии с 802.3ab (1000Base-T) поток данных со скоростью 1 Гбит/с распределяется равномерно по всем четырем парам, таким образом, по каждой из них данные передаются со скоростью 250Мбит/с. Причем передача по каждой паре ведется в двух направлениях. В соответствии с ANSI/TIA-854 (1000Base-TX) физически разделены передающие и приемные пары, т.е. по двум парам данные передаются со скоросью 500Мбит/с, по двум другим передача ведется с той же скоростью в обратном направлении. Для работы такого приложения требуется более высокое качество кабельной системы (КС).Основное отличие 1000Base-TX состоит в отсутствии схемы цифровой компенсации наводок и возвратных помех. В результате сложность, уровень энергопотребления и цена процессоров TIA-854 ниже, чем у процессоров IEEE 1000BASE-T.

**2) ЛВС 100BaseТ4**

Передача производится по четырем неэкранированным витым парам (UTP). При этом кабель может быть менее качественным, чем в случае 100BASE-TX (категории 3, 4 или 5).

Принятая в 100BASE-T4 система кодирования сигналов обеспечивает ту же самую скорость 100 Мбит/с на любом из этих кабелей, хотя стандарт рекомендует, если есть такая возможность, все-таки использовать кабель категории 5.

Компьютеры присоединяются к концентратору по схеме пассивной звезды. Длина кабелей точно так же не может превышать 100 метров (стандарт и в этом случае рекомендует ограничиваться 90 метрами для 10-процентного запаса).

**3) ЛВС 100 BaseFX**

На рис. 3 представлена схема сети 100 BaseFX.

В сегменте 100 BaseFX применяется оптоволоконный кабель, что позволяет существенно увеличить протяженность сети, а также избавиться от электрических наводок и повысить секретность передаваемой информации.

Используется топология пассивная звезда с подключением компьютеров к коммутатору с помощью двух разнонаправленных оптоволоконных кабелей.

Между сетевыми адаптерами и кабелями возможно включение выносных трансиверов. Оптоволоконный трансивер называется FOMAU (FiberOptic MAU).Он выполняет все функции обычного трансивера ( MAU ), но, кроме того, преобразует электрический сигнал в оптический при передаче и обратно при приеме. FOMAU также формирует и контролирует сигнал целостности линии связи, передаваемый в паузах между пакетами.

Максимальная длина кабеля между компьютером и коммутатором составляет 412 метров, причем это ограничение определяется не качеством кабеля, а установленными временными соотношениями. Согласно стандарту, применяется мультимодовый иодномодовый кабель с длиной волны света 1,35 мкм. В последнем случае потери мощности сигнала в сегменте (в кабеле и разъемах) не должны превышать 11 дБ. При этом надо учитывать, что потери в кабеле составляют 1—2 дБ на километр длины, а потери в разъеме – от 0,5 до 2 дБ (при условии, что разъем установлен качественно). Как и в других сегментах Fast Ethernet, в 100BASEFX предусмотрен контроль целостности сети, для чего в промежутках между сетевыми пакетами по кабелю передается специальный сигнал.

Используемый метод кодирования – 4В/5В (как и в сегменте 100BASE-TX ), что позволяет довольно просто осуществлять сопряжение этих двух сегментов (иногда они даже объединяются в единый стандарт 100BASE-X). Дополнительное кодирование – NRZI.

**4) ЛВС TokenRingна комбинированной среде {ВОЛС и ЭВП}**

Для построения сети TR на ВОЛС используют F-TAU (FiberOpticTokenRingAccessUnit), в порты RI/RO которого устанавливают TFR (TokenRingFiberOpticRepeater). При этом расстояние между соседними F-TAU не более 3км. Если до узла расстояние меньше 3км, то этот узел подсоединяется к F-TAU непосредственно. Для подключения S-TAU (ShieldedTokenRingAccessUnit) к кольцу необходимо между F-TAU и S-TAU поставить конвертер сигналов TFC (TokenRingFiberOpticConverter).

**5) ЛВС 100 BaseSX**

На рис. 3 представлена схема сети филиала 100 BaseSX.

100BASE-SX — удешевлённая альтернатива 100BASE-FX с использованием многомодового волокна и недорогой оптики. 100BASE-SX может работать на расстояниях до 300 метров. Используется та же длина волны, что и в 10BASE-FL. Это обеспечивает, в отличие от 100BASE-FX, обратную совместимость с 10BASE-FL. Благодаря использованию более коротких волн (850 нм) и работы на небольших расстояниях, 100BASE-SX требует менее дорогих оптических компонентов ([светодиоды](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4) вместо лазеров). Это делает данный стандарт привлекательным для тех, кто модернизирует сеть 10BASE-FL и кому не нужна работа на больших расстояниях.

# **Выбор типа сети удаленной связи и оборудования сети**

# **Выбор типа сети удаленной связи методом взвешенной суммы**

Рассмотрим следующие сети связи: ATM, ADSLи X.25.

Сравним сети связи методом взвешенной суммы.

ADSL - это технология, позволяющая превратить витую пару телефонных проводов в канал высокоскоростной передачи данных. Линия ADSL соединяет два модема ADSL, которые подключены к каждому концу телефонного кабеля. Медные провода имеют очень широкую полосу пропускания и, в принципе, способны передавать данные с высокими скоростями. Однако, для передачи голоса используется только незначительная часть этой полосы (до 4 кГц). В ADSL-технологии для передачи данных и голоса используются различные участки спектра сигнала: низкочастотные (до 4 кГц) для передачи голоса, высокочастотные - для передачи данных. Канал телефонной связи выделяется с помощью фильтров, что гарантирует работу вашего телефона даже при аварии соединения ADSL.

Основным протоколом передачи данных в ADSL сети является АТМ (сеть с асинхронным переносом ячеек). Этот протокол определен для каналов со скоростями до 2,5 Гбит/секунду, что говорит о его гибкости и нацеленности в будущее. ADSL сеть целиком и полностью использует все плюсы АТМ:

- Скорость и надёжность;

- Гибкость и масштабируемость;

- Гарантированное качество обслуживания;

- Мультисервисность (одновременная работа нескольких каналов/сервисов внутри одного физического канала);

Благодаря мультисервисности, через одно ADSL соединение можно создать несколько различных каналов связи с разными параметрами и характеристиками.

Х.25 определяет характеристики телефонной сети для передачи данных. Чтобы начать связь, один компьютер обращается к другому с запросом о сеансе связи. Вызванный компьютер может принять или отклонить связь. Если вызов принят, то обе системы могут начать передачу информации с полным дублированием. Любая сторoнa может в любой момент прекратить связь.

Технология ATM (AsynchronousTransferMode) - это транспортный механизм, ориентированный на установление соединения при передаче разнообразной информации в сети. Для этого в ATM разработана концепция виртуальных соединений (virtualconnection) вместо выделенных физических связей между конечными точками в сети. Она обеспечивает высоко эффективную связь и большую гибкость в построении гомогенных сетей, где связь между узлами сети требуется независимо от их физического местоположения.

Для определения наилучшего варианта удаленной сети применяется метод оценки показателей качества - метод взвешенной суммы показателей сравнения (критериев). Расчеты проводятся при помощи пакета MSExcel.

Метод позволяет осуществить расчет целевой функции, использующей числовую интерпретацию выбранных критериев качества.

Оценка сетей проводится по следующим критериям:

* пропускная способность, Мбит/с (К1);
* надежность передачи данных (К2);
* защищенность информации (К3);
* масштабируемость (К4);
* абонентская плата (К5).

Наибольшее значение целевой функции сравниваемых аналогов соответствует оптимальному варианту. Наилучший вариант выбирается по следующей формуле:

(1.1)

* Y – целевая функция, по которой осуществляется сравнение m вариантов;
* m – количество вариантов сравнения (аналогов);
* n – количество критериев качества;

(1.2)

– весовой коэффициент i-ого критерия сравнения, учитывающий степень важности этого показателя качества. Для весовых коэффициентов показателей сравнения необходимо выполнение условия нормировки критериев:

- kij – коэффициент нормализации,определяет уровень соответствия i-го параметра j-го вариантанаилучшемузначению, 0<kij≤1.

При нормализации критериев типа «чем больше, тем лучше» (например, производительность, гарантийный срок работы и т. д.) коэффициент нормализации находят согласно выражению:

где

(1.3)

- значение i-го локального критерия, соответствующее максимальному значению среди сравниваемых вариантов решения;

Хij – текущее значение i-ого локального критерия соответствующее j-му варианту решения.

При нормализации критериев типа «чем больше, тем хуже» (например, габариты, масса, стоимость и т. д.) коэффициент нормализации определяют из выражения:

(1.4)

где

- значение i-го локального критерия, соответствующее минимальному значению среди сравниваемых вариантов решения.

Сравнение выполняется по следующему алгоритму:

1. Составление таблицы значений по каждому критерию для каждого варианта;
2. Нормировка значений для каждого критерия;
3. Определение весовых коэффициентов для каждого критерия;
4. Проверка условия нормировки критериев формула 1.2;
5. Составление таблицы с учетом весовых коэффициентов и нормировки;
6. Расчет целевой функции;
7. Определение наилучшего варианта.

**Этап 1.** Составление таблицы значений по каждому критерию для каждого варианта.

Исходные данные по критериям для каждого варианта сети представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ADSL** | **X.25** | **ATM** |
| Пропускная способность, Мбит/с | 1.1 | 0.048 | 2 |
| Надежность передачи данных | отлично | хорошо | хорошо |
| Защищенность информации | хорошо | хорошо | хорошо |
| Масштабируемость | отличная | хорошая | отличная |
| Абонентская плата, руб | 1500 | 4200 | 8000 |

Далее именования технологий будут соответствовать табл. 2.

Таблица 2. Наименования технологий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ADSL** | **X.25** | **ATM** |
| В1 | В2 | В3 |

**Этап 2.** Нормировка значений для каждого критерия.

Перевод качественных характеристик в количественные осуществляется с использованием вербально-числовой шкалы (табл. 3).

Таблица 3. Вербально-числовая шкала

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Качественная оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Плохо |
| Количественная оценка | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |

Перевод качественных характеристик в количественные для каждого варианта сети представлен в табл. 4 и нормирование значений по формулам 1.4 и 1.3.

Таблица 4. Перевод и нормирование значений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **В1** | **В2** | **В3** |
| Пропускная способность, Мбит/с | 0,55 | 0,024 | 1 |
| Надежность передачи данных | 1 | 0,8 | 0,8 |
| Защищенность информации | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Масштабируемость | 1 | 0,8 | 0,8 |
| Абонентская плата, руб | 1 | 0,36 | 0,188 |

**Этап 3.** Определение весовых коэффициентов для каждого критерия.

Для вычисления коэффициентов важности (весовых коэффициентов) локальных критериев можно использовать любой из следующих методов:

* метод базового критерия;
* метод бальной оценки;
* метод попарного сравнения критериев;
* метод арифметической прогрессии.

Для вычисления коэффициентов важности при сравнении функциональных аналогов будем использовать метод попарного сравнения критериев (табл.5). Данный метод предусматривает последовательное сравнение критериев «каждый-с-каждым» с присвоением определенных баллов по итогам сравнения. Например, если критерий 1 превосходит по важности критерий 2, ему присваивается 1 балл, а критерию 2 0 баллов соответственно. Если значение критериев 1 и 2 равны, то они получают по 0,5 баллов каждый.

Таблица 5. Попарное сравнение критериев

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | К1 | К2 | К3 | К4 | К5 | баллы |  |
| K1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 4 | 0,27 |
| К2 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 2,5 | 0,17 |
| К3 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0,2 |
| К4 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4,5 | 0,3 |
| К5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,067 |

Определение весовых коэффициентов осуществляется по формуле:

(1.5)

**Этап 4.** Проверка условия нормировки критериев.

Проверка условия нормировки критериев осуществляется по формуле 1.2.

Следовательно, полученные весовые коэффициенты удовлетворяют условию нормировки.

**Этап 5.** Составление таблицы с учетом весовых коэффициентов и нормировки.

Нормированные значения с весовыми коэффициентамипредставлены в табл. 6.

Таблица 6. Нормированные значения с весовыми коэффициентами

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий |  | В1 | В2 | В3 |
| K1 | 0,27 | 0,55 | 0,024 | 1 |
| K2 | 0,17 | 1 | 0,8 | 0,8 |
| K3 | 0,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| K4 | 0,3 | 1 | 0,8 | 0,8 |
| K5 | 0,067 | 1 | 0,36 | 0,188 |

**Этап 6.** Расчет целевой функции.

Расчет целевой функции производится, используя результаты этапа 5 (табл. 5) и формулы 1.6 и 1.7.

(1.7)

(1.6)

Целевая функция Y1 соответствует варианту сети В1, Y2 – В2, Y3- В3.

Расчет целевых функций представлен в табл. 7.

Таблица 7. Расчет целевой функции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Критерий | Yi1 | Yi2 | Yi3 |
| К1 | 0,146666667 | 0,0064 | 0,266666667 |
| К2 | 0,166666667 | 0,133333333 | 0,133333333 |
| К3 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| К4 | 0,3 | 0,24 | 0,24 |
| К5 | 0,066666667 | 0,024 | 0,012533333 |
|  | 0,84 | 0,56373 | 0,81253 |

**Этап 7.** Определение наилучшего варианта.

Определение наилучшего варианта по методу взвешенной суммы осуществляется с помощью формулы 1.1.

Наилучшим вариантом удаленного типа связи является ADSL.

* 1. **Выбор оборудования сети методом анализа иерархий**

Выбор оборудования сети осуществляется среди трех серверов малого предприятия:LenovoThinkServer TS140, DellPowerEdgeT30 и PEProLiantML350 Gen9.

Выбор производится по сети критериям:

К1 – Частота ЦП (ГГц);

К2 – кэш 2, объем кэша 2-ого уровня (Мбайт);

К3 – кэш 3, объем кэша 3-его уровня (Мбайт);

К4 – ОП, объем (Гбайт);

К5 – число дисковых накопителей (штук);

К6 – гарантия (мес);

К7 – стоимость (руб).

Далее марки серверов заменяю на условные обозначения:

Lenovo ThinkServer TS140 – В1;

DellPowerEdgeT30 – В2;

PEProLiantML350 Gen9 – В3.

Исходные данные для каждой марки сервера приведены в табл. 8.

Таблица 8. Исходные данные для серверов отдела.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Критерий** | **В1** | **В2** | **В3** |
| K1 | 3,5 | 3,3 | 3 |
| K2 | 0,5 | 1 | 2 |
| K3 | 1 | 8 | 20 |
| K4 | 4 | 8 | 16 |
| K5 | 1 | 1 | 2 |
| K6 | 12 | 36 | 36 |
| K7 | 65000 | 50000 | 190000 |

Для осуществления парного сравнения критериев и вариантов оборудования использую упрощенную вербально-числовую шкалу относительной предпочтительности показателей Саати, представленной в табл. 9.

Таблица 9. Вербально-числовая шкала

|  |  |
| --- | --- |
| Качественное определение уровня предпочтительности | Количественное определение уровня предпочтительности |
| Равная предпочтительность | 1 |
| Умеренная степень предпочтительности | 3 |
| Существенная степень предпочтительности | 5 |
| Значительная степень предпочтительности | 7 |
| Очень большая степень предпочтительности | 9 |

Результат парного сравнения критериев с использованием табл. 9 представлен в табл. 10. Кроме того, в табл. 10 рассчитаны собственные вектора по формуле 1.8 и весовые коэффициенты по формуле 1.9 для каждого критерия соответственно.



(1.9)

(1.8)

, где

n – число критериев;

Сi – собственный вектор i– ого критерия;

– весовой коэффициент i-ого критерия.

Таблица 10. Матрица сравнения критериев

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий | К1 | К2 | К3 | К4 | К5 | К6 | К7 | Сi |  |  |
| К1 | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 1,000 | 2,167834 | 0,242322 |
| К2 | 0,200 | 1,000 | 0,333 | 0,200 | 0,333 | 1,000 | 0,200 | 0,36654 | 0,040972 |
| К3 | 0,333 | 3,000 | 1,000 | 0,333 | 1,000 | 3,000 | 0,333 | 0,854751 | 0,095545 |
| К4 | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 1,000 | 2,167834 | 0,242322 |
| К5 | 0,333 | 3,000 | 1,000 | 0,333 | 1,000 | 3,000 | 0,333 | 0,854751 | 0,095545 |
| К6 | 0,200 | 1,000 | 0,333 | 0,200 | 0,333 | 1,000 | 0,200 | 0,36654 | 0,040972 |
| К7 | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 1,000 | 3,000 | 5,000 | 1,000 | 2,167834 | 0,242322 |

Для матрицы сравнения критериев необходимо вычислить отношение согласованности по формулам 2.0 и 2.1.

,

(2.0)

где  -размерность матрицы;

R – значение, которое берется в табл. 11 в зависимости от размерности матрицы;

- максимальное собственное значение реальной матрицы парных значений факторов. Вычисляется по формуле 2.1;

Qc – отношение согласованности. Если , то матрица является согласованной. Если , то матрица несогласованная.

Таблица 11. Значения индекса согласованности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| R | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |



(2.1)

 =

Матрица сравнения критериев является согласованной.

(2.2)

где - весовой коэффициент j-ого варианта по i-му критерию;

m – количество вариантов;

Сij – собственный вектор j-ого варианта по i-му критерию.

(2.3)

Матрица сравнения вариантов по критерию К1 (частота ЦП) представлена в табл. 12.

Таблица 12. Матрица сравнения вариантов по критерию К1 (частота ЦП)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 2,47 | 0,64 |
| В2 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 0,26 |
| В3 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 0,41 | 0,10 |

Максимальное собственное значение матрица табл.12 рассчитывается по формулам 2.3 и 2.1.

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К1 является согласованной.

Далее все таблицы сравнения вариантов по соответствующим критериям рассчитываются аналогично.

Матрица сравнения вариантов по критерию К2 (объем кэша 2-ого уровня) представлена в табл. 13.

Таблица 13. Матрица сравнения вариантов по критерию К2(объем кэша 2-ого уровня)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 0,33 | 0,20 | 0,41 | 0,10 |
| В2 | 3,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0,26 |
| В3 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 2,47 | 0,64 |

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К2 является согласованной.

Матрица сравнения вариантов по критерию К3 (объем кэша 3-его уровня) представлена в табл. 14.

Таблица 14. Матрица сравнения вариантов по критерию К3(объем кэша 3-его уровня)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 0,33 | 0,20 | 0,41 | 0,10 |
| В2 | 3,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0,26 |
| В3 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 2,47 | 0,64 |

,04

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К3 является согласованной.

Матрица сравнения вариантов по критерию К4 (объем ОП) представлена в табл. 15.

Таблица 15. Матрица сравнения вариантов по критерию К4 (объем ОП)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 0,33 | 0,20 | 0,41 | 0,10 |
| В2 | 3,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0,26 |
| В3 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 2,47 | 0,64 |

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К4 является согласованной.

Матрица сравнения вариантов по критерию К5 (число дисковых накопителей) представлена в таблице 16.

Таблица 16. Матрица сравнения вариантов по критерию К5(число дисковых накопителей)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,69 | 0,20 |
| В2 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,69 | 0,20 |
| В3 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 2,08 | 0,60 |

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К5 является согласованной.

Матрица сравнения вариантов по критерию К6 (гарантия) представлена в табл. 17.

Таблица 17. Матрица сравнения вариантов по критерию К6 (гарантия)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 0,20 | 0,20 | 0,34 | 0,1 |
| В2 | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 1,71 | 0,45 |
| В3 | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 1,71 | 0,45 |

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К6 является согласованной.

Матрица сравнения вариантов по критерию К7 (стоимость) представлена в табл. 18.

Таблица 18. Матрица сравнения вариантов по критерию К7 (стоимость)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | В1 | В2 | В3 | Сi |  |
| В1 | 1,00 | 0,33 | 3,00 | 1,00 | 0,26 |
| В2 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 2,47 | 0,64 |
| В3 | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 0,41 | 0,10 |

=

Матрица сравнения вариантов по критерию К7 является согласованной.

Определяю наилучший вариант сервера по следующим формулам:

1,…m

– интегральный критерий каждого j-ого варианта.

(2.5)

(2.4)

= 0,24\*0,64 + 0,040\*0,10 + 0,1\*0,10 + 0,24\*0,10 + 0,1\*0,20 + 0,040\*0,10 + 0,24\*0,26 = 0,278

= 0,24\*0,26 + 0,040\*0,26 + 0,1\*0,26 + 0,24\*0,26 + 0,1\*0,20 + 0,040\*0,45 + 0,24\*0,64 = 0,3528

= 0,24\*0,10 + 0,040\*0,64 + 0,1\*0,64 + 0,24\*0,64 + 0,1\*0,60 + 0,040\*0,45 + 0,24\*0,10 = 0,3692

Анализ приведенных результатов показывает, что наилучшим вариантом сервера отдела является В3 - PEProLiantML350 Gen9.

# **Расчет основных характеристик функционирования сети удаленной связи**

Исследуемая в курсовой работе сеть удаленной связи включает три узла: начальный, промежуточный и конечный. Формализованная схема такой сети представляет собой три узла, т.е. три последовательно соединенные одноканальные СМО. Каждый узел такой сети представляет собой СМО типа G/G/1. Согласно теореме Джексона, такую многофазную СМО можно рассматривать как совокупность отдельных однофазных. СМО.



Рисунок 5. Модель системы удаленной связи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Рисунок 6. Однофазные СМО, входящие в состав трехфазной сети | | |

Поскольку отказа заявкам при обслуживании в системе нет, то интенсивность потоказаявок не изменяется, и *вх*2= .

Квадрат коэффициента вариации интервалов времени между заявками, выходного

потока из СМО1, поступающего на вход СМО2, определяется с помощью выражений:

Приближенная формула:

и 

(2.6)

Точная формула:

(2.7)

 и 

 - квадрат коэффициента вариации интервалов времени между заявками входного потока в СМО1;

 - квадрат коэффициента вариации интервалов времени обслуживания заявок в СМО1.

(2.8)

 - коэффициент загрузки СМО1 поступающими заявками.

Характеристики СМО определяются следующим образом:

Среднее число заявок в очереди:

(3.0)

(2.9)

Среднее число заявок в СМО: 

Среднее время нахождения заявок в очереди:

(3.1)

и в СМО 

Аналогично определяются все характеристики всех СМО.

Характеристики функционирования многофазной СМО, содержащей n

последовательно соединенных СМО, определяют из следующих выражений:

(3.2)

Необходимо определить основные характеристики функционирования сети связи филиалов, содержащей начальный, промежуточный и конечный узлы при условии, что обслуживание заявок в этих узлах следующее:

начальный узел

промежуточный узел

конечный узел

Входящий поток заявок в начальный узел простейший с .

Для СМО типа квадрат коэффициентов вариации интервалов времени обслуживания или времени между поступающими заявками определяются по формуле:

(3.3)

Рассчитанные основные характеристики функционирования СМО1 (начальный узел) представлены в табл. 19.

Таблица 19. Основные характеристики функционирования СМО1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | Значение | Примечание |
|  | 10 | По условию |
|  | 1 | По условию |
|  | 12,5 | По условию |
|  | 0,8 | По формуле 2.8 |
|  | 1 | По формуле 3.3 |
|  | 1 | По условию и формуле 2.8 |
| приб. | 1 | По формуле 2.6 |
| точн. \* | 1,16 | По формуле 2.7 (в дальнейших вычислениях будет использоваться данное значение) |
|  | 3,2 | По формуле 2.9 |
|  | 4 | По формуле 3.0 |
|  | 0,32 | По формуле 3.1 |
|  | 0,4 | По формуле 3.1 |

Рассчитанные основные характеристики функционирования СМО2 (промежуточный узел) представлены в табл. 20.

Таблица 20. Основные характеристики функционирования СМО2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | Значение | Примечание |
|  | 10 | По условию |
|  | 2 | По условию |
|  | 14,285 | По условию |
|  | 0,7 | По формуле 2.8 |
|  | 0,5 | По формуле 3.3 |
|  | 1,16 |  |
| приб. | 0,84 | По формуле 2.6 |
| точн. \* | 0,908 | По формуле 2.7 (в дальнейших вычислениях будет использоваться данное значение) |
|  | 1,36 | По формуле 2.9 |
|  | 2,06 | По формуле 3.0 |
|  | 0,136 | По формуле 3.1 |
|  | 0,206 | По формуле 3.1 |

Рассчитанные основные характеристики функционирования СМО3 (конечный узел) представлены в таблице 21.

Таблица 21. Основные характеристики функционирования СМО3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | Значение | Примечание |
|  | 10 | По условию |
|  | 1 | По условию |
|  | 20 | По условию |
|  | 0,5 | По формуле 2.8 |
|  | 1 | По формуле 3.3 |
|  | 0,908 |  |
| приб. | 0,931 | По формуле 2.6 |
| точн. \* | 1,204 | По формуле 2.7 (в дальнейших вычислениях будет использоваться данное значение) |
|  | 0,477 | По формуле 2.9 |
|  | 0,977 | По формуле 3.0 |
|  | 0,0477 | По формуле 3.1 |
|  | 0,0977 | По формуле 3.1 |

Характеристики функционирования СеМО определяю по формулам 3.2.

# **Расчет основных характеристик функционирования службы ремонта и обслуживания ЛВС**

Ремонтную службу ЛВС малого предприятия можно организовать тремя способами: два, три и четыре специалиста по ремонту компьютеров. Сравнить варианты и выбрать наилучший вариант, используя следующий критерий:

– суммарные потери от использования i – ого варианта организации службы ремонта компьютеров (руб/час);

– потери от нахождения одного компьютера в неисправном состоянии в течении одного часа (руб комп/час);

– число компьютеров, которое находится в неисправном состоянии (в очереди на ремонт и в ремонте) (комп);

– заработанная плата одного специалиста ремонтника за один час (руб/ чел час);

- число специалистов ремонтников (чел)

Введем следующие обозначения:

 - Среднее время наработки на отказ одного компьютера.

 - Среднее время ремонта одного компьютера.

 - Интенсивность отказов одного компьютера.

 - Интенсивность ремонта компьютера.

 - Количество компьютеров.

 - Количество специалистов, занятых ремонтов компьютеров.

- Вероятность что к компьютеров находятся в состоянии отказа.

 - Коэффициент отношения интенсивности наработки на отказ к интенсивности восстановления работоспособности компьютера.

Для оценки характеристик функционирования рассматриваемой замкнутой СМО

M/M/C/N/ПППО/N следует использовать аналитические выражения, которые известны в ТМО как аналитическая модель ремонтника. Пусть Pk – вероятность, что k компьютеров находятся в состоянии отказа.

Порядок расчета замкнутой СМО вида M/M/С/N/ПППО/N.

1. Определяем вероятности состояний рассматриваемой замкнутой СМО используя выражения:



(3.5)

(3.4)





(3.6)

1. Определяем Q- среднее количество компьютеров, находящихся в очереди на ремонт



(3.7)

1. Определяем L - среднее количество компьютеров, находящихся в неисправном

состоянии, т.е в очереди на ремонт и на ремонте



(3.8)

1. Определяем U - среднее количество компьютеров, которое непосредственно

ремонтируютсяспециалистами

(3.9)



1. Определяем  - коэффициент загрузки одного специалиста, занятого ремонтом компьютеров

(4.0)



1. Определяем -среднее время пребывания компьютера в неисправном состоянии

(в очереди на ремонт и ремонте)

(4.1)



По формуле Литтла:

(4.2)



1. Определяем W - среднее время нахождения компьютера в очереди на ремонт



(4.3))

1. Определяем  -среднее время цикла для компьютера



(4.4)

1. Определяем  - коэффициент загрузки компьютера, т.е. долю времени, в течениекоторого он находится в исправном состоянии



(4.5)

1. Определяем n - среднее количество исправных компьютеров

(4.6)



1. Определяем режим работы службы ремонта и обслуживания компьютеров.

- система сбалансированная, компьютеры и специалисты, занятые ремонтом имеют один и тот же коэффициент загрузки;

- компьютеры загружены намного больше, чем специалисты, занятые их ремонтом, и, следовательно, в системе мало неисправных компьютеров;

- компьютеры загружены намного меньше, чем специалисты, занятые их ремонтом, и, следовательно, в системе много неисправных компьютеров.

1. Определяем убытки организации работы службы ремонта компьютеров

(4.7)

Наилучший вариант организации работы службы ремонта компьютеров определяется по формуле:

(4.8)

На рис.7-8 представлен интерфейс программы модели ремонта компьютеров.

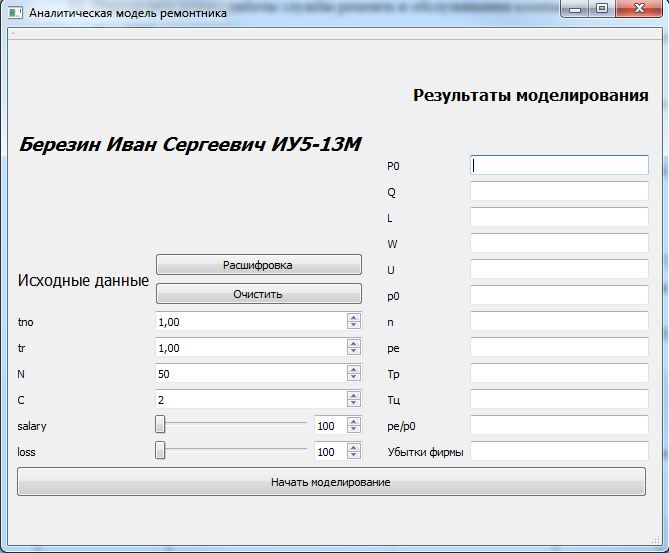


Рисунок 7. Интерфейс программы модели ремонта компьютеров.

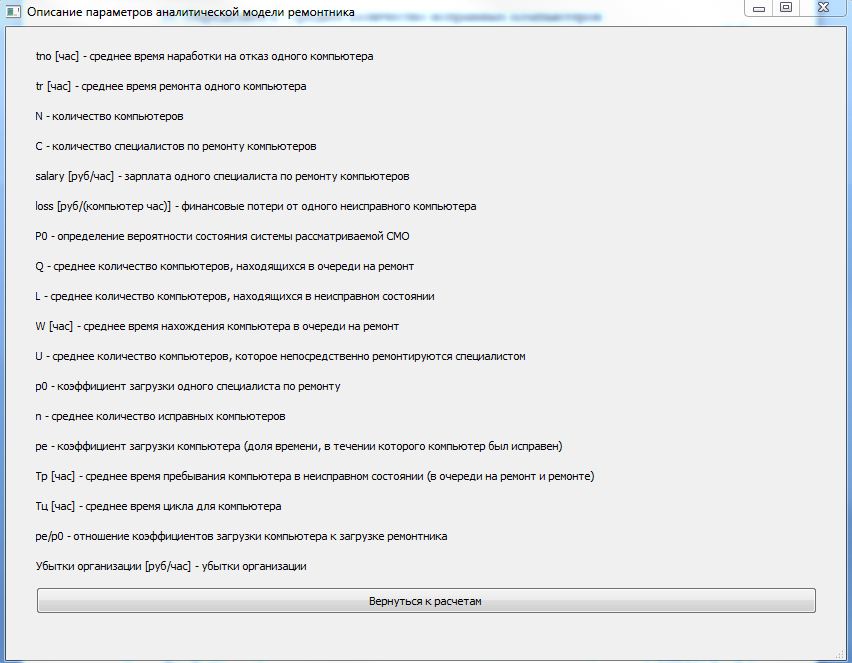


Рисунок 8. Интерфейс программы модели ремонта компьютеров.

Исходные данные представлены в табл. 22.

Таблица 22. Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Переменная | Описание | Значение |
|  | Среднее время наработки на отказ одного компьютера | 800 [час] |
|  | Среднее время ремонта одного компьютера | 8 [час] |
|  | Интенсивность отказов одного компьютера | 0,00125 [] |
|  | Интенсивность ремонта компьютера | 0,125 [] |
|  | Количество компьютеров | 50 |
|  | Количество специалистов, занятых ремонтом компьютеров | 2/3/4 |
|  | Коэффициент отношения интенсивности наработки на отказ к интенсивности восстановления работоспособности компьютера | 0,01 |
|  | Заработная плата специалиста за один час | 500 |
|  | Потери организации от неисправного комп. за час | 650 |

Для осуществления вычислений была использована программа, написанная на языке С++ (Qt).

Пример. Исходные данные:N = 100 компьютеров = 800 час = 8 час

Финансовые потери организации от неисправного компьютера за один час составляют

S = 650 руб/(компьютера час).Зарплата специалиста 500 руб/час.

Результаты расчетов, проведенные по формулам выше, приведены в табл. 23.

Таблица 23. Модель ремонтника

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 |
| Количество ремонтников | С = 2 | С = 3 | С = 4 |
|  | 0.6021 | 0.6076 | 0.6080 |
|  | 0.0301 | 0.0026 | 0.0002 |
|  | 0.5248 | 0.4976 | 0.5253 |
|  | 0.4948 | 0.4950 | 0.4950 |
|  | 0,2474 | 0,1650 | 0,1238 |
|  | 49.4752 | 49.5024 | 49.5047 |
|  | 0.9895 | 0.9900 | 0.9901 |
|  | 0.4862 | 0.4820 | 0.0033 |
|  | 8,4862 | 8,0420 | 8,0033 |
|  | 808.4862 | 808.0420 | 808.0033 |
|  | 4.0000 | 6.0000 | 8.0000 |
|  | 1341.1344 | 1823.4538 | 2321.9136 |

Убытки организации с 1-м ремонтником 1341 руб/час, с 2-мя ремонтниками

1823 руб/час, с 3-мя – 2322 руб/час.

Согласно выражению 4.8 наилучшим вариантом является вариант 1. Организовать службу ремонта следует на базе двух сотрудников.

# **Аналитическое моделирование ЛВС центрального офиса**

Общая формализованная схема в виде сети массового обслуживания (СМО) приведена на рис. 7.

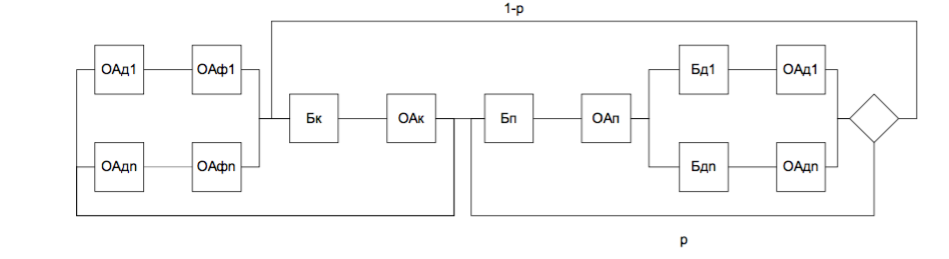


Рисунок 7.Формализованная схема СОИ, содержащая ПЭВМ, канал и сервер.

В схеме используются следующие обозначения

*ОАДi -* обслуживающий аппарат, имитирующий дообработку на i-той рабочей станции сети запроса от этой станции к серверу после обработки запроса на сервере

*ОАф*i - обслуживающий аппарат, имитирующий формирование запроса от i-той рабочей

станции к серверу;( *i*= 1...*N* );

*Бп -* буфер, имитирующий очередь запросов к каналу;

*ОАК* - обслуживающий аппарат, имитирующий задержку при передаче данных через канал;

*Бп -* буфер, имитирующий очередь запросов к процессорам;

*ОАп -* обслуживающие аппараты, имитирующие работу процессоров;

*Бд*i - буфер, имитирующий очередь запросов к i-му диску;

*ОАд*i - обслуживающий аппарат, имитирующий работу i-го диска;

Р - вероятность обращения запроса к ЦП после обработки на диске.

Обслуживание заявок во всех ОА подчиняется экспоненциальному закону.

Исходными данные аналитической модели представлены в табл.24.

Таблица 24. Исходные данные для аналитического моделирования.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | |  | Описание |
|  |  |  | |
|  | N | число рабочих станций сети | |
|  |  |  | |
| - | Т0 | среднее значение времени дообработки на рабочей станции сети | |
|  |  | запроса от этой станции к базе данных на сервере | |
|  |  |  | |
| - | Тp | среднее значение времени формирования запроса от рабочейстанции сети к базе данных на сервере | |
|  |  |  | |
|  |  |  | |
|  | tк | среднее значение времени передачи запроса по каналу | |
|  |  |  |  |
|  | С | - | число процессоров сервера |
|  |  |  |  |
| - | tпр | - | среднее значение времени обработки запроса в ЦП сервера |
|  |  |  | |
|  | tдi | среднее значение времени обработки запроса в диске сервера | |
|  | Рi | вероятность обращения запроса к i диску сервера после обработки запроса в процессе | |

Выходные данные представлены в табл.25.

Таблица 25. Выходные данные для аналитического моделирования.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | |  | Описание |
|  |  |  |  |
| - | Треак | среднее значение времени реакции системы | |
|  |  |  | |
| - | к | коэффициент загрузки ОА,имитирующего работу канала передачи данных | |
|  |  |  |  |
| - | пр | - | коэффициент загрузки ОА, имитирующего работу процессора сервера |
|  |  |  |  |
| - | дi | - | коэффициент загрузки ОА, имитирующего работу i– ого диска сервера |
|  |  |  |  |

Введем обозначения:

 - среднее значение суммарной интенсивности фонового потока запросов,

выходящих из ОА, имитирующих работу рабочих станций, в канал

 - среднее значение интенсивности фонового потока запросов, проходящих через

ОА, имитирующих работу сервера и дисков, где 

 - среднее количество проходов запроса по тракту процессор-диски за время одного

цикла его обработки в системе.

 - среднее значение времени обработки запроса в канале передачи данных;

где  исоответственно среднее время передачи запроса по каналу в прямом и обратном направлениях.

 - количество серверов, обслуживающих рабочие станции.

 - вероятность обращения к i-му диску сервера

Порядок расчета рассматриваемой системы методом фонового потока.

При расчете используется приближённый итерационный алгоритм нахождения

значения выходных характеристик рассматриваемой системы.

1. Определяем начальное значение для



1. Определяем средние времена пребывания запроса в узлах системы: канале,

процессоре, дисках:



1. Определяем интенсивность фонового потока после очередной итерации:



1. Сравниваем и. Если то переход на пункт 6, иначе на пункт 5
2. Определяем новое приближённое значение для 



1. Определяем выходные результаты аналитической модели. Определяем средние времена пребывания запроса в узлах системы: канале, процессоре и дисках.



Определяем загрузку основных узлов системы: рабочей станции, пользователя,

канала передачи данных, процессора и дисков сервера.









, где 

Воспользуемся программой, внесем в нее исходные данные.Проведем 4 эксперимента.

На рис.9-10 представлен интерфейс программы аналитической модели ЛВС.

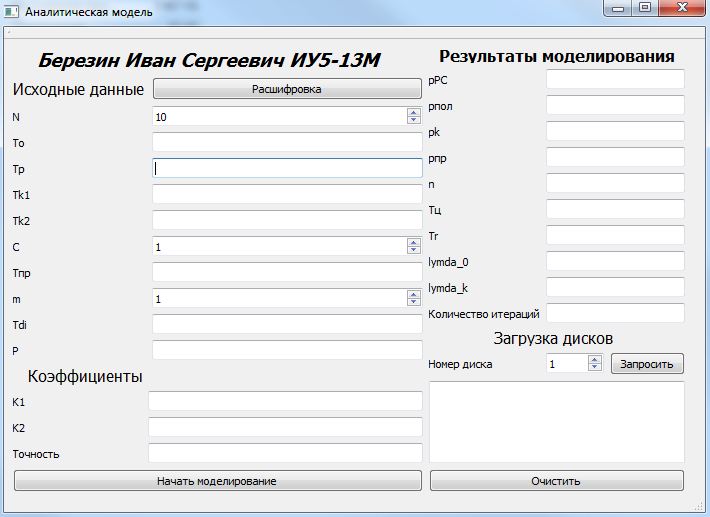


Рисунок 9. Интерфейс программы аналитической модели ЛВС.

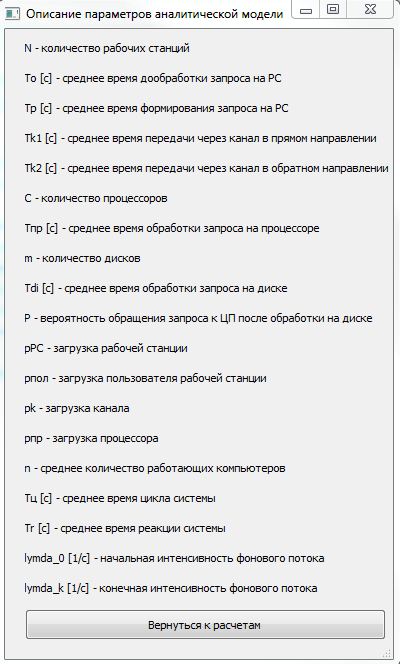


Рисунок 10. Интерфейс программы аналитической модели ЛВС.

Результаты моделирования представлены в табл. 26.

Таблица 26. Результаты аналитического моделирования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| Количество рабочих станций | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Среднее время дообработки запроса на ПК | 0 | 0 | 0 | 50 |
| Среднее время формирования запроса на ПК | 100 | 100 | 100 | 50 |
| Среднее время передачи через канал на сервер | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Среднее время передачи через канал на рабочую станцию | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Количество процессоров | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Среднее время обработки запроса на процессоре | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Количество дисков | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Среднее время обработки запроса на диске | 10 | 20 | 20 | 20 |
| Вероятность обращения запроса к ЦП после обработки на диске | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| **Результаты моделирования** | | | | |
| Среднее время реакции системы | 49.1511 | 64.6651 | 115.5782 | 217.9678 |
| Начальная интенсивность | 0.0573 | 0.0519 | 0.0397 | 0.0319 |
| Конечная интенсивность | 0.0603 | 0.0547 | 0.0417 | 0.0336 |
| Среднее время цикла системы | 149.1511 | 164.6651 | 215.5782 | 267.9678 |
| Загрузка рабочей станции | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.3732 |
| Загрузка пользователя | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.1866 |
| Загрузка канала передачи данных | 0.1341 | 0.1215 | 0.0928 | 0.0746 |
| Загрузка процессора | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.7464 |
| Количество итераций | 243 | 242 | 167 | 185 |
| Загрузка диска 1 | 0.6705 | 0.6073 | 0.9277 | 0.7464 |
| Загрузка диска 2 | - | 0.6073 | - | 0.7464 |

# **Имитационное моделирование ЛВС центрального офиса**

Структура программы имитационного моделированияприведена в табл. 27.

Таблица 27. Структура программы имитационного моделирования

|  |  |
| --- | --- |
| Блоки и метки | Пояснение |
| INITIAL | Задание количественных и временных параметров исходных данных моделируемой системы |
| STORAGE | Задание многоканальных узлов системы |
| FUNCTION | Задание функции распределения запросов по узлам и времени выполнения запросов в узлах |
| GENERATE | Генерация количества задач, циркулирующих в системе |
| Метка CAN | Объединяет набор блоков, описывающих обработку запроса в канале |
| Метка WOSF | Объединяет набор блоков, описывающих формирование запроса на рабочей станции |
| Метка SVR | Объединяет набор блоков, описывающих обработку запроса в процессоре |
| Метка PER | Объединяет набор блоков, описывающих правило перехода запроса после обработки на диске в канал |
| Метка WOSD | Объединяет набор блоков, описывающих дообработку запроса на рабочей станции |

Исходный код программы на языке GPSSприведен ниже.

INITIALX$STATION\_N,10 ; Кол-ворабочихстанций

INITIALX$STATION\_TD,0 ; Среднеевремядоработки запроса на ПК

INITIALX$STATION\_TF,100 ; Среднеевремяформирования запроса на ПК

INITIALX$CANAL\_T,1 ; Ср.времяпередачи через канал

INITIALX$SERVER\_T,10 ; Ср. времяобработкизапроса на процессоре

INITIALX$DISK\_N,2 ; Количестводисков

INITIALX$DISK\_T,10 ; Ср. времяобработки запроса на диске

INITIALX$PROP,0.0 ; Вер-стьобращ-я запроса к ЦП после обраб-ки на диске

WORKSTATION\_D STORAGE 10

WORKSTATION\_F STORAGE 10

SERVER STORAGE 1

DISK\_N FUNCTION RN1,D2

0.5,1/1,2

EXPON FUNCTION RN1,C23

0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.510/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/

.75,1.37/.8,1.5/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.82/

.95,2.98/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.995,5.3/.998,6.2/.9995,7/1,8

GENERATE ,,,X$STATION\_N

WOSF QUEUE QSYSTEM

ENTER WORKSTATION\_F,1

ADVANCE X$STATION\_TF,FN$EXPON

LEAVE WORKSTATION\_F,1

ASSIGN 3,SVR

CAN QUEUE QCANAL

SEIZE CANAL

DEPART QCANAL

ADVANCE X$CANAL\_T,FN$EXPON

RELEASE CANAL

TRANSFER ,P3

SVR ENTER SERVER,1

ADVANCE X$SERVER\_T,FN$EXPON

LEAVE SERVER,1

ASSIGN 5,FN$DISK\_N

QUEUE P5

SEIZE P5

DEPART P5

ADVANCE X$DISK\_T,FN$EXPON

RELEASE P5

TRANSFER 0.0, PER,SVR

PER ASSIGN 3,WOSD

TRANSFER ,CAN

WOSD ENTER WORKSTATION\_D,1

ADVANCE X$STATION\_TD,FN$EXPON

LEAVE WORKSTATION\_D,1

DEPART QSYSTEM

TRANSFER ,WOSF

GENERATE 100000

TERMINATE1

START 1

В данном моделировании вычисление времени реакции системы по формуле.

Результаты имитационного моделирования приведены в таблице 28 (исходные данные приведены в таблице 27).

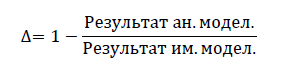
Таблица 28. Результаты имитационного моделирования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| Загрузка рабочей станции | 0.673 | 0.614 | 0.476 | 0.244 |
| Загрузка пользователя | 0.673 | 0.614 | 0.476 | 0.241 |
| Загрузка канала | 0.135 | 0.122 | 0.096 | 0.097 |
| Загрузка процессора | 0.671 | 0.624 | 0.47 | 0.48 |
| Загрузка диска 1 | 0.667 | 0.614 | 0.953 | 0.951 |
| Загрузка диска 2 | - | 0.614 | - | 0.951 |
| Среднее время цикла системы | 148.522 | 163.639 | 212.857 | 207.254 |
| Среднее время реакции системы на запрос пользователя | 48.522 | 63.639 | 112.857 | 157.254 |

# **Сравнительный анализ результатов моделирования**

Сравнение результатов проводилось по 7 параметрам: загрузка рабочей станции, загрузка пользователя, загрузка канала, загрузка процессора, загрузка диска, среднее время цикла системы, среднее время реакции системы на запрос пользователя.

Для сравнения аналитического и имитационного моделирование использовалось следующий расчет:



Сравнительная таблица результатов моделирования представлена в табл. 29.

Таблица 29. Сравнительная таблица результатов моделирования.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| Загрузка рабочей станции | 0.3% | 1.1% | 2.5% | -18.9% |
| Загрузка пользователя рабочей станции | 0.3% | 1.1% | 2.5% | 19% |
| Загрузка канала | 0.7% | 0.4% | 3.3% | 19.1% |
| Загрузка процессора | 0.08% | 2.7% | 1.3% | -19.5% |
| Средняя загрузка диска 1 | -0.5% | 1.1% | 2.7% | 18.5% |
| Средняя загрузка диска 2 | - | 1.1% | - | 18.5% |
| Среднее время цикла системы | -0.4% | -0.63% | -1.3% | -19.3% |
| Среднее время реакции системы на запрос пользователя | -1.3% | -1.6% | -2.4% | -18.6% |

Сравнительный анализ приведенных результатов показывает, что различие между результатами аналитического и имитационного моделирования составляет практически не более 20 %. Это вполне приемлемый для инженерных расчетов результат.

Различие между этими результатами объясняется следующими причинами:

- при аналитическом моделировании методом фонового потока использовали приближённый итерационный алгоритм нахождения значений выходных характеристик рассматриваемой системы.

- при имитационном моделировании на языке GPSS задавали ограниченное время моделирования использовали приближенную экспоненциальную функцию распределения времени обслуживания, которую задавали по точкам.

**Выводы**

В данной работе было разработано проектное решение на построение распределенной АСОИиУ фирмы, получены следующие основные результаты:

Выбрана структура сетей для центрального офиса и филиалов в соответствии с заданными параметрами;

Построена блок-схема сети и структурные схемы ЛВС центрального и удаленных офисов;

Описаны правила построения сетей фирмы;

Для удаленной связи офисов была выбрана технология ADSL, как наиболее подходящая под выбранные задачи;

Произведено сравнение оборудования разных производителей и выбран оптимальный вариант;

Разработана и реализована процедура расчета характеристик удаленной связи;

Рассчитано оптимальное количество ремонтников при определенных начальных условиях;

Выполнено аналитическое и имитационное моделирование ЛВС;

Сравнение результатов аналитического и имитационного моделирования и объяснение причин их расхождения.

**Литература**

1. Постников В.М. «Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Аналитические модели АСОИиУ».
2. Лекции по курсу «Эксплуатация АСОИУ».
3. Лекции по курсу «Аналитические модели АСОИУ».
4. Постников В.М. Основы эксплуатации АСОИиУ. Часть 1. Администрирование и развитие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 188 с.
5. Постников В.М., Черненький В. М. Методы принятия решений в системах организационного управления. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 205 с.
6. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. – URSS, 2010.
7. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Мир. 1979.–430 с.
8. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир. 1979.–432 с.
9. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее применения. – М.: Либроком. 2010.–520 с.
10. Майоров С.А., Новиков Г.И., Алиев Т.И., Махарев Э.И., Тимченко Б.Д. Основы теории вычислительных систем. – М.: Высшая школа. 1978.–408 с.

**Приложение 1. Структурная схема распределенной АСОИиУ фирмы.**

|  |  |
| --- | --- |
| Укрупненная схема сети | Схема сети центрального офиса |
| Схема сети филиала 1 | Схема сети филиала 2 |

**Приложение 2. Выбор типа сети связи и оборудования сети центрального офиса.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | **ADSL** | **X.25** | **ATM** | | Пропускная способность, Мбит/с | 1.1 | 0.048 | 2 | | Надежность передачи данных | отлично | хорошо | хорошо | | Защищенность информации | хорошо | хорошо | хорошо | | Масштабируемость | отличная | хорошая | отличная | | Абонентская плата, руб | 1500 | 4200 | 8000 |   Выбор типа сети удаленной сети методом взвеш.суммы | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Критерий** | **В1** | **В2** | **В3** | | K1 | 3,5 | 3,3 | 3 | | K2 | 0,5 | 1 | 2 | | K3 | 1 | 8 | 20 | | K4 | 4 | 8 | 16 | | K5 | 1 | 1 | 2 | | K6 | 12 | 36 | 36 | | K7 | 65000 | 50000 | 190000 | |
| Выбор оборудования методом анализа иерархий  Выбор производится по сети критериям:  К1 – Частота ЦП (ГГц);  К2 – кэш 2, объем кэша 2-ого уровня (Мбайт);  К3 – кэш 3, объем кэша 3-его уровня (Мбайт);  К4 – ОП, объем (Гбайт);  К5 – число дисковых накопителей (штук);  К6 – гарантия (мес);  К7 – стоимость (руб).  Далее марки серверов заменяю на условные обозначения:  Lenovo ThinkServer TS140 – В1;  DellPowerEdgeT30 – В2;  PEProLiantML350 Gen9 – В3. | Анализ приведенных результатов показывает, что наилучшим вариантом сервера отдела является В3 - PEProLiantML350 Gen9. |

**Приложение 3. Основные характеристики функционирования сети удаленной сети.**

****

Модель системы удаленной связи.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные: λвх=10 1/с kвх=1 | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Начальный узел | µ=12,5 1/с | k=1 | | Промежуточный узел | µ=14,285 1/c | k=2 | | Конечный узел | µ=20 1/c | k=1 |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | СМО |  | ρ | Q | L | W | T | | 1 | 1 | 0,8 | 3,2 | 4 | 0,32 | 0,4 | | 2 | 1,16 | 0,7 | 1,36 | 2,06 | 0,136 | 0,206 | | 3 | 0,908 | 0,5 | 0,477 | 0,977 | 0,0477 | 0,0977 | | Σ |  |  | 5,037 | 7,037 | 0,5037 | 0,7037 |   Результаты расчета: |

**Приложение 4. Основные характеристики функционирования службы ремонта и обслуживания компьютеров.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема модели ремонтника | Результаты расчета:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | | Количество ремонтников | С = 2 | С = 3 | С = 4 | |  | 0.6021 | 0.6076 | 0.6080 | |  | 0.0301 | 0.0026 | 0.0002 | |  | 0.5248 | 0.4976 | 0.5253 | |  | 0.4948 | 0.4950 | 0.4950 | |  | 0,2474 | 0,1650 | 0,1238 | |  | 49.4752 | 49.5024 | 49.5047 | |  | 0.9895 | 0.9900 | 0.9901 | |  | 0.4862 | 0.4820 | 0.0033 | |  | 8,4862 | 8,0420 | 8,0033 | |  | 808.4862 | 808.0420 | 808.0033 | |  | 4.0000 | 6.0000 | 8.0000 | |  | 1341.1344 | 1823.4538 | 2321.9136 | |

**Приложение 5. Результаты аналитического и имитационного моделирования ЛВС и их сравнительный анализ.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Результаты аналитического моделирования**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** | | Количество рабочих станций | 10 | 10 | 10 | 10 | | Среднее время дообработки запроса на ПК | 0 | 0 | 0 | 50 | | Среднее время формирования запроса на ПК | 100 | 100 | 100 | 50 | | Среднее время передачи через канал на сервер | 1 | 1 | 1 | 1 | | Среднее время передачи через канал на рабочую станцию | 1 | 1 | 1 | 1 | | Количество процессоров | 1 | 1 | 1 | 1 | | Среднее время обработки запроса на процессоре | 10 | 10 | 10 | 10 | | Количество дисков | 1 | 2 | 1 | 2 | | Среднее время обработки запроса на диске | 10 | 20 | 20 | 20 | | Вероятность обращения запроса к ЦП после обработки на диске | 0 | 0 | 0 | 0.5 | | **Результаты моделирования** | | | | | | Среднее время реакции системы | 49.1511 | 64.6651 | 115.5782 | 217.9678 | | Начальная интенсивность | 0.0573 | 0.0519 | 0.0397 | 0.0319 | | Конечная интенсивность | 0.0603 | 0.0547 | 0.0417 | 0.0336 | | Среднее время цикла системы | 149.1511 | 164.6651 | 215.5782 | 267.9678 | | Загрузка рабочей станции | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.3732 | | Загрузка пользователя | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.1866 | | Загрузка канала передачи данных | 0.1341 | 0.1215 | 0.0928 | 0.0746 | | Загрузка процессора | 0.6705 | 0.6073 | 0.4639 | 0.7464 | | Количество итераций | 243 | 242 | 167 | 185 | | Загрузка диска 1 | 0.6705 | 0.6073 | 0.9277 | 0.7464 | | Загрузка диска 2 | - | 0.6073 | - | 0.7464 | | **Результаты имитационного моделирования**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** | | Количество рабочих станций | 10 | 10 | 10 | 10 | | Среднее время дообработки запроса на ПК | 0 | 0 | 0 | 50 | | Среднее время формирования запроса на ПК | 100 | 100 | 100 | 50 | | Среднее время передачи через канал на сервер | 1 | 1 | 1 | 1 | | Среднее время передачи через канал на рабочую станцию | 1 | 1 | 1 | 1 | | Количество процессоров | 1 | 1 | 1 | 1 | | Среднее время обработки запроса на процессоре | 10 | 10 | 10 | 10 | | Количество дисков | 1 | 2 | 1 | 2 | | Среднее время обработки запроса на диске | 10 | 20 | 20 | 20 | | Вероятность обращения запроса к ЦП после обработки на диске | 0 | 0 | 0 | 0.5 | | **Результаты моделирования** | | | | | | Загрузка рабочей станции | 0.673 | 0.614 | 0.476 | 0.244 | | Загрузка пользователя | 0.673 | 0.614 | 0.476 | 0.241 | | Загрузка канала | 0.135 | 0.122 | 0.096 | 0.097 | | Загрузка процессора | 0.671 | 0.624 | 0.47 | 0.48 | | Загрузка диска 1 | 0.667 | 0.614 | 0.953 | 0.951 | | Загрузка диска 2 | - | 0.614 | - | 0.951 | | Среднее время цикла системы | 148.522 | 163.639 | 212.857 | 207.254 | | Среднее время реакции системы на запрос пользователя | 48.522 | 63.639 | 112.857 | 157.254 | |
| **Сравнительный анализ результатов моделирования**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Номер эксперимента** | **1** | **2** | **3** | **4** | | Загрузка рабочей станции | 0.3% | 1.1% | 2.5% | -19.9% | | Загрузка пользователя рабочей станции | 0.3% | 1.1% | 2.5% | 19% | | Загрузка канала | 0.7% | 0.4% | 3.3% | 19.1% | | Загрузка процессора | 0.08% | 2.7% | 1.3% | -19.5% | | Средняя загрузка диска 1 | -0.5% | 1.1% | 2.7% | 18.5% | | Средняя загрузка диска 2 | - | 1.1% | - | 18.5% | | Среднее время цикла системы | -0.4% | -0.63% | -1.3% | -19.3% | | Среднее время реакции системы на запрос пользователя | -1.3% | -1.6% | -2.4% | -18.6% | | |