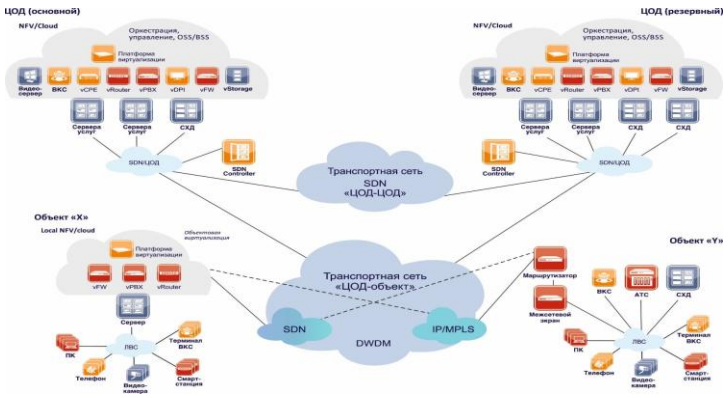
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине «Сети будущего поколения»

для студентов направления подготовки
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
Направленность (профиль): Технологии построения программно-управляемых систем и компьютерных сетей



Ставрополь, 2026

Содержание

Введение……4

Основы сетевых технологий……5

Практическое занятие №1 Исследование протоколов доступа сети SDN

Практическое занятие №2 Исследование алгоритмов управления очередями сетевых пакетов коммутаторов сети SDN ……25

Практическое занятие №3 Исследование характеристик коммутатора OpenFlow сети SDN……36

Практическое занятие №4 Решение задачи оптимального распределения виртуальных ресурсов ЦОД облачных сред сети SDN…….. …….45

Практическое занятие №5 Расчет работоспособности программно-управляемой сети SDN……64

Введение

Термин сети будущего поколения (программно-конфигурируемые сети SDN) относительно не новый, первые работы и исследования по данной тематике начали появляться примерно с 1995 года[1]. Это связано с увеличением потребностей в использовании сетевых технологий для различных бизнес-задач, распределенных вычислений, появлении крупных дата-центров и началом виртуализации интернета[2].

Правильная настройка сети в крупном датацентре и её поддержка - весьма сложный и дорогостоящий процесс. В задачу системного администратора входит настройка маршрутизаторов, балансировщиков нагрузки(load balancers), системы обнаружений вторжений(IDS) и.т.д.

Обычно администратор настраивает каждый сетевой элемент отдельно, причем зачастую у сетевого оборудования нет какого-либо унифицированного интерфейса для настройки. Сразу же можно сказать о проблемах возникающих в данном подходе: если необходимо настроить например не 10 или 20 маршрутизаторов, а например 20 000 или более(такие задачи весьма актуальны в облачных технологиях) - без автоматизации это сделать почти невозможно; вторая проблема заключается в зависимости интерфейса настройки от производителя сетевого оборудования(вендора), иногда интерфейс зависит даже от модели у одного и того же вендора – следовательно специалист в области сетевых технологий должен уметь работать с большим количеством протоколов, количество которых только возрастает.

Выше были перечислены лишь две наиболее очевидные проблемы в отрасли сетевых технологий, но все они являются следствием того, что софт, операционные системы, языки программирования быстрее следуют различным инновациям и современным требованиям, чем компьютерные технологии.

1. Основы сетевых технологий

Телекоммуникационные сети представляют собой комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих передачу информационных сообщений между абонентами с заданными параметрами качества. **Сообщение** – форма представления информации, удобная для передачи на расстояние. Сообщение отображается изменением какого-либо параметра информационного **сигнала** (электромагнитные сигналы в сетях).

При создании сетей телекоммуникаций невозможно соединить всех абонентов между собой отдельными (выделенными) линиями связи. Это нецелесообразно экономически и невыполнимо практически. Поэтому соединение многочисленных абонентов (А), находящихся на большом расстоянии, обычно производится через транзитные (телекоммуникационные) узлы (ТУ) связи (рис. 1.1).

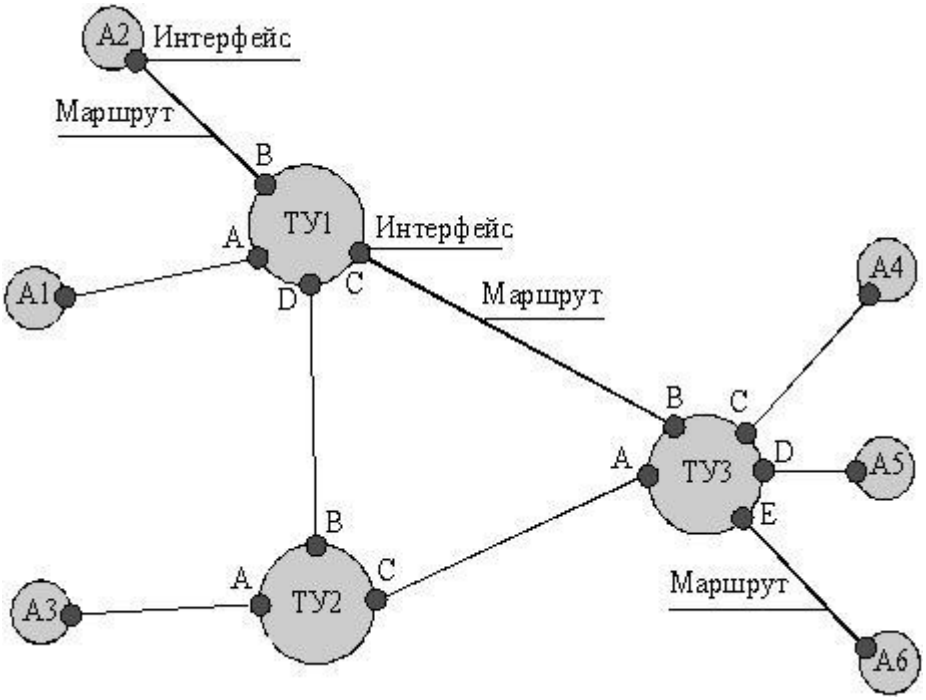


Рис. 1.1. Телекоммуникационная сеть

Таким образом, **телекоммуникационная сеть** образуется совокупностью абонентов (А) и узлов связи, соединенных линиями (каналами) связи. Узлы ТУ производят**коммутацию** поступившего сообщения с входного порта (интерфейса) на выходной. Например, в сети на рис. 1.1 при передаче сообщения от абонента А2 абоненту А6 транзитный узел ТУ1 производит коммутацию сообщения с входного интерфейса В на выходной С, транзитный узел ТУ3 – с входного интерфейса В на выходной Е. При этом формируется определенный **маршрут**, по которому передается сообщение. Процесс формирования маршрута получил название **коммутация**. Коммутацией также

называют передачу (продвижение) сообщения с входного интерфейса на выходной.

В некоторых сетях все возможные маршруты уже созданы и необходимо только выбрать наиболее оптимальный. Процесс выбора оптимального маршрута получил название**маршрутизация**, а устройство, ее реализующее, – **маршрутизатор**. Выбор оптимального маршрута узлы производят на основе **таблиц маршрутизации** (или коммутации) с использованием определенного критерия – **метрики**.

Таким образом, различают сети с **коммутацией каналов**, когда телекоммуникационные узлы выполняют функции коммутаторов, и с **коммутацией пакетов** (сообщений), когда телекоммуникационные узлы выполняют функции маршрутизаторов. В сетях с коммутацией каналов канал создается до передачи сообщения.

Эти два вида сетей используются для передачи двух различных видов трафика. Сети с коммутацией каналов обычно передают равномерный (потоковый) трафик – например, телефонные сети. В сетях передачи данных с пульсирующим трафиком применяется коммутация пакетов (сообщений), например, в компьютерных сетях.

Различие коммутации пакетов или сообщений состоит в том, что сообщение может быть очень большим. Поэтому если в нем обнаруживается ошибка, то повторно нужно передавать все сообщения большого объема. В сетях с коммутацией пакетов большое сообщение предварительно разбивается на сравнительно небольшие пакеты (сегменты). Поэтому при потере или искажении части сообщения повторно передается только потерянный пакет (сегмент).

В настоящее время в соответствии с концепцией Единой сети электросвязи Российской Федерации создаются *сети нового (следующего) поколения* (Next Generation Network – NGN), в которых все виды трафика передаются по единой сети связи в цифровой форме. Подобные сети также называют *мультисервисными* (Internet Multi Service – IMS), в отличие от ранее существовавших моносервисных сетей.

В сетях NGN обеспечивается слияние (*конвергенция*) всех существующих сетей в единую информационную сеть для передачи мультимедийной информации. Пользователи такой сети должны иметь широкий выбор услуг с гарантированным качеством, что обеспечивается соответствующим уровнем управления, транспортным уровнем и уровнем доступа пользователей к мультисервисной сети (рис. 1.2).

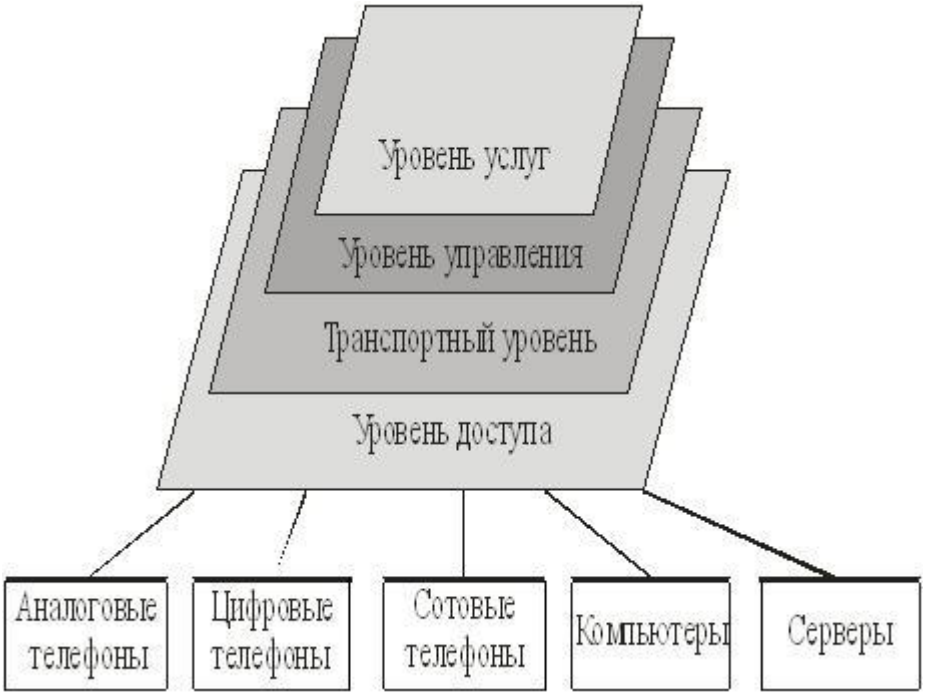


Рис. 1.2. Уровни мультисервисной сети NGN

Транспортный уровень сети NGN создается на базе IP-сетей с распределенной коммутацией пакетов. Доступ к транспортной сети обеспечивается через соответствующие устройства и шлюзы.

Сети следующего поколения NGN обеспечивают широкий набор услуг с гибкими возможностями по их управлению. Телекоммуникационные сети нового поколения используются для передачи различных видов информации: дискретных данных, аудио- и видеоинформации. Услуга передачи указанной триады (голоса, данных и видеоинформации) по единой мультисервисной сети получила название *Triple Play*.

На рис. 1.3 приведен пример структурной схемы сети телекоммуникаций, в которой пользователи (абоненты) через сети доступа подключаются к магистральной сети, обеспечивающей транспорт сообщений. В ряде случаев абонентам удобно объединяться в локальные сети, функционирующие в рамках ограниченного пространства (аудитория, здание, группа зданий).

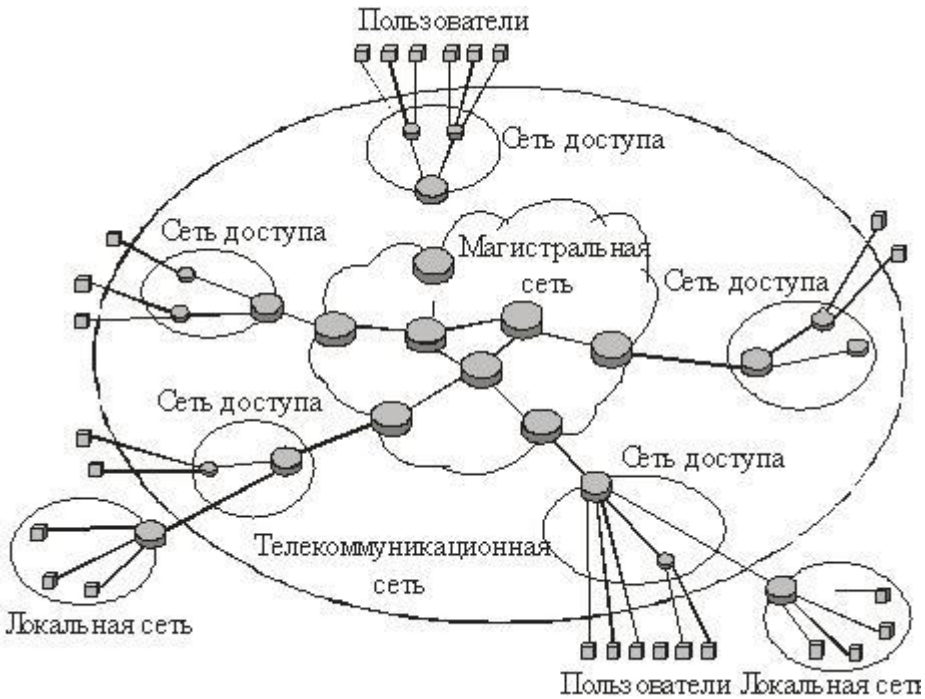


Рис. 1.3. Структурная схема телекоммуникационной сети

Для создания маршрута в разветвленной сети необходимо задавать *адреса* источника и получателя сообщения. Различают физические и логические адреса. Логические адреса принадлежат пользователям (абонентам), а физические обычно адресуют соответствующие интерфейсы телекоммуникационных узлов и абонентских устройств.

2. Классификация сетей передачи данных

Методы и устройства, используемые в вычислительных (компьютерных) сетях передачи данных, широко применяются при создании сетей **NGN**. Поэтому в настоящем курсе лекций основное внимание уделено аппаратным и программным средствам вычислительных (компьютерных) сетей, т. е. сетей передачи данных, на базе которых и создаются современные мультисервисные сети. В сетях передачи данных (компьютерных или вычислительных) поток может быть представлен различными информационными единицами: битами, байтами, кадрами, пакетами, ячейками, образующими информационный поток. *Сети передачи данных, как правило, относятся к сетям с коммутацией пакетов*.

Согласно одной из классификаций сети передачи данных подразделяются на **локальные** и **глобальные** (рис. 1.4). Сеть может размещаться на ограниченном пространстве, например, в отдельном здании, в аудитории. При этом она называется локальной вычислительной сетью – **ЛВС** (Local Area Network – **LAN**). Основными технологиями локальных вычислительных сетей, которые применяются в настоящее время, являются Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Другие технологии ЛВС (Token Ring, 100VG-AnyLAN, FDDI и др.) используются редко.

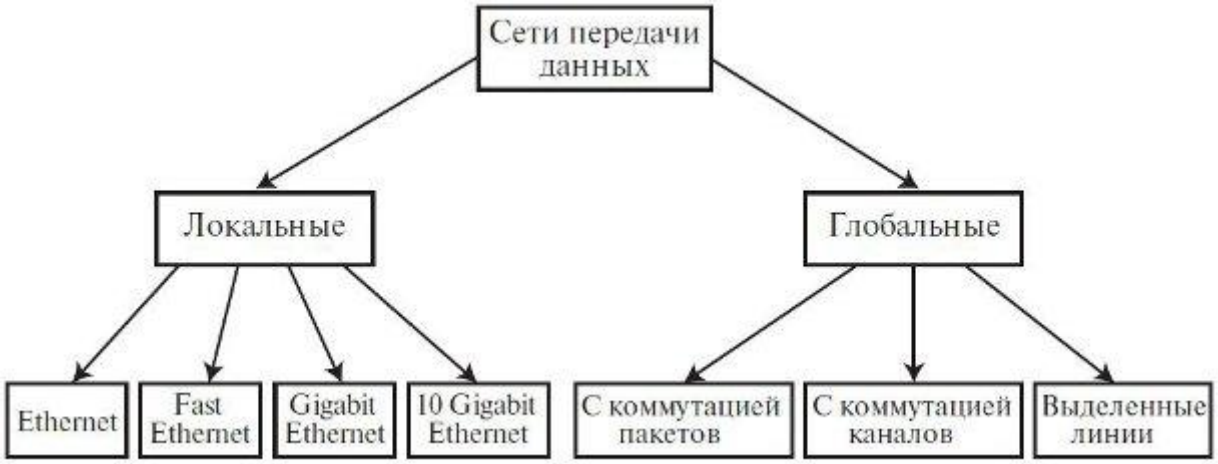


Рис. 1.4. Классификация сетей передачи данных

Совокупность нескольких локальных сетей называют **составной**, **распределенной** или **глобальной сетью** (Internetwork, Internet). В составную сеть могут входить **подсети**(Subnet) различных технологий. Крупные фирмы (корпорации) создают свои собственные *корпоративные сети* (Intranet), которые используют технологии как глобальных, так и локальных сетей. Таким образом, объединение пользователей, расположенных на широком географическом пространстве, например в разных городах, для совместного использования информационных данных, производится с помощью глобальных вычислительных сетей – **ГВС** (Wide Area Network – **WAN**).

Глобальные сети передачи данных часто классифицируют (рис. 1.4) на:

- сети с коммутацией каналов;
- сети, использующие выделенные линии;
- сети с коммутацией пакетов.

Сети с коммутацией каналов и с использованием выделенных линий строят на основе различных сетевых технологий. При этом применяются следующие технологии и линии связи:

- цифровые линии, которые бывают постоянные, арендуемые, а также коммутируемые. В цифровых линиях применяют технологии плезиохронной цифровой иерархии (Plesiochronous Digital Hierarchy – **PDH**), синхронной цифровой иерархии (Synchronous Digital Hierarchy – **SDH**), а также технологии оптических линий связи спектрального уплотнения по длине волны (Wave-length Division Multiplexing – **WDM**, Dense WDM – **DWDM**);
- цифровые сети интегральных служб с коммутацией каналов (Integrated Services Digital Network – **ISDN**);
- цифровые абонентские линии (Digital Subscriber Line – **DSL**);
- аналоговые выделенные линии и линии с коммутацией каналов (dialup) с

применением модемов, т. е. аналоговые **АТС**.

Технологии PDH и SDH характеризуются высокой скоростью передачи данных. Например, скорость передачи данных по сетям технологии PDH составляет от 2 Мбит/с до 139 Мбит/с; технологии SDH – от 155 Мбит/с до 2,5 Гбит/с и выше. Дальнейшее увеличение скорости передачи данных достигнуто в системах со спектральным уплотнением по длине волны (технологии WDM и DWDM) на волоконно-оптических кабелях. Основными аппаратными средствами высокоскоростных технологий с коммутируемыми цифровыми линиями являются мультиплексоры (**MUX**).

Широкое распространение в настоящее время получили **сети с коммутацией пакетов**, в которых применяются следующие сетевые технологии:

- сети на основе технологии **виртуальных каналов (X.25;** сети трансляции кадров **FR** – Frame Relay; сети **ATM** – Asynchronous Transfer Mode);
- сети технологии **IP**, использующие **дейтаграммный метод** передачи сообщений.

В сетях с коммутацией пакетов могут использоваться технологии **виртуальных каналов**, применяемые в сетях X.25, Frame Relay, ATM, или технологии передачи**дейтаграммных** сообщений – сети IP в зависимости от предъявляемых требований.

Технологии виртуальных каналов предусматривают предварительное соединение конечных узлов (источника и назначения), при этом прокладывается маршрут (виртуальный канал), по которому затем передаются данные. Получение данных подтверждается приемной стороной. Технология X.25 ориентирована на ненадежные аналоговые линии связи, поэтому характеризуется низкой скоростью передачи данных (до 48 Кбит/с). Однако данная технология применяется до настоящего времени, например в сетях банкоматов, из-за своей высокой надежности при ненадежных линиях. Технология Frame Relay обеспечивает более высокую по сравнению с X.25 скорость передачи данных – до 2-4 Мбит/с. Но линии связи должны быть более надежными по сравнению с X.25. Наибольшую скорость передачи данных (155 Мбит/с, 620 Мбит/с, а также 2,4 Гбит/с) обеспечивают сети ATM. Однако развитие этих сетей сдерживает их высокая стоимость.

Сети технологии IP являются дейтаграммными, когда отсутствует предварительное соединение конечных узлов и нет подтверждения приема сообщения. Поэтому отдельные части большого сообщения могут передаваться по разным маршрутам, и потеря отдельной части сообщения может остаться незамеченной. Такой метод характеризуется высокой скоростью передачи, но низкой надежностью, поскольку нет подтверждения принятых данных. Высокую надежность обеспечивает протокол управления передачей TCP

(Transmission Control Protocol). Набор (стек) протоколов TCP/IP обеспечивает компромиссное решение по цене, скорости и надежности передачи данных. Поэтому на базе протоколов TCP/IP создается транспортный уровень мультисервисных сетей следующего поколения NGN с распределенной коммутацией пакетов.

Следует отметить еще одну сетевую технологию, которая стремительно развивается в последнее время, – это технология виртуальных частных сетей (Virtual Private Network –**VPN**). Данная технология задействует сеть общего пользования Интернет, в которой формирует защищенные каналы связи с гарантированной полосой пропускания. Таким образом, при экономичности и доступности сети VPN обеспечивают **безопасность и качество** передаваемых сообщений. Используя VPN, сотрудники фирмы могут получить безопасный дистанционный доступ к корпоративной (частной) сети компании через Интернет.

3. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем

Сложность сетевых структур и разнообразие телекоммуникационных устройств, выпускаемых различными фирмами, привели к необходимости стандартизации как устройств, так и процедур обмена данными между пользователями. Международная организация стандартов (International Standards Organization – **ISO**) создала эталонную модель взаимодействия **открытых систем** (Open System Interconnection reference model – **OSI**), которая определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных. Модель описывает стандартные правила функционирования устройств и программных средств при обмене данными между узлами (компьютерами) в открытой системе. Открытая система состоит из программно-аппаратных средств, способных взаимодействовать между собой при использовании стандартных правил и устройств сопряжения (интерфейсов).

Модель ISO/OSI включает семь уровней. На рис. 1.5 показана модель взаимодействия двух устройств: **узла источника** (source) и **узла назначения** (destination).**Совокупность правил, по которым происходит обмен данными между программно-аппаратными средствами, находящимися на одном уровне, называется протоколом**. Набор протоколов называется стеком протоколов и задается определенным стандартом. Взаимодействие между уровнями определяется стандартными**интерфейсами**.

Уровни узла источника	Уровни узла назначения	Примеры протоколов
7. Прикладной	7. Прикладной	HTTP, FTP, SMTP, DNS
6. Представительский	6. Представительский	ASCII, MPEG JPEG
5. Сеансовый	5. Сеансовый	
4. Транспортный	4. Транспортный	TCP, UDP
3. Сетевой	3. Сетевой	IP, IPX, RIP, OSPF
2. Канальный	2. Канальный	Ethernet, Fast Ethernet
1. Физический →	1. Физический	

Рис. 1.5. Семиуровневая модель ISO/OSI

Взаимодействие соответствующих уровней является **виртуальным**, за исключением физического уровня, на котором происходит обмен данными по кабелям, соединяющим компьютеры. На рис. 1.5 приведены также примеры протоколов, управляющих взаимодействием узлов на различных уровнях модели OSI. Взаимодействие уровней между собой внутри узла происходит через межуровневый **интерфейс**, и каждый нижележащий уровень предоставляет услуги вышележащему.

Виртуальный обмен между соответствующими уровнями узлов A и B (рис. 1.6) происходит определенными единицами информации. На трех верхних уровнях – это **сообщения**или **данные (Data)**, на транспортном уровне – **сегменты (Segment)**, на сетевом уровне – **пакеты (Packet)**, на канальном уровне – **кадры (Frame**) и на физическом – последовательность битов.

Для каждой сетевой технологии существуют свои протоколы и свои технические средства, часть из которых имеет условные обозначения, приведенные на рис. 1.5. Данные обозначения введены фирмой Cisco и стали общепринятыми. Среди технических средств физического уровня следует отметить кабели, разъемы, **повторители сигналов (repeater)**, многопортовые повторители или **концентраторы (hub), преобразователи среды (transceiver)**, например, преобразователи электрических сигналов в оптические и наоборот. На канальном уровне – это **мосты (bridge), коммутаторы (switch)**. На сетевом уровне – **маршрутизаторы (router)**. Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) функционируют как на канальном, так и на физическом уровне, что обусловлено сетевой технологией и средой передачи данных.

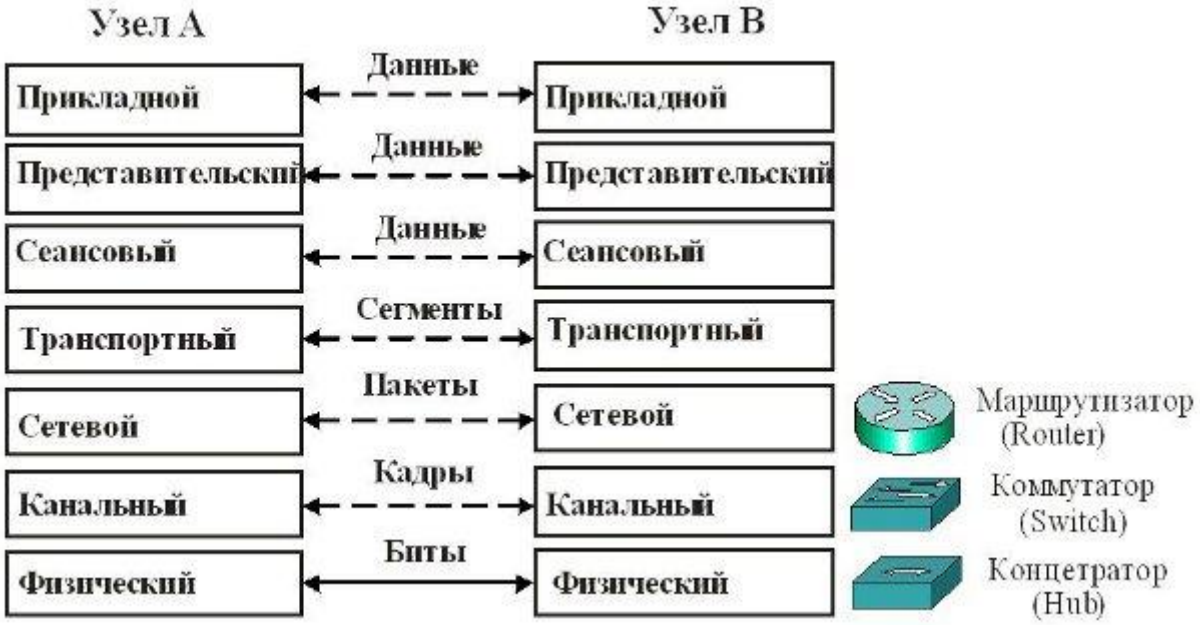


Рис. 1.6. Устройства и единицы информации соответствующих уровней

При передаче данных от источника к узлу назначения подготовленные на прикладном уровне передаваемые данные последовательно проходят от самого верхнего, Прикладного уровня 7 узла источника информации до самого нижнего – Физического уровня 1, затем передаются по физической среде узлу назначения, где последовательно проходят от нижнего уровня 1 до уровня 7.

Самый верхний, **Прикладной уровень (Application Layer) 7** оперирует наиболее общей единицей данных – сообщением. На этом уровне реализуется управление общим доступом к сети, потоком данных, сетевыми службами, такими, как **FTP, TFTP, HTTP, SMTP, SNMP** и др.

Представительский уровень (Presentation Layer) 6 изменяет форму представления данных. Например, передаваемые с уровня 7 данные преобразуются в общепринятый формат ASCII. При приеме данных происходит обратный процесс. На уровне 6 также происходит шифрация и сжатие данных.

Сеансовый уровень (Session Layer) 5 устанавливает сеанс связи двух конечных узлов (компьютеров), определяет, какой компьютер является передатчиком, а какой приемником, задает для передающей стороны время передачи.

Транспортный уровень (Transport Layer) 4 делит большое сообщение узла источника информации на части, при этом добавляет заголовок и формирует **сегменты**определенного объема, а короткие сообщения может объединять в один сегмент. В узле назначения происходит обратный процесс. В заголовке сегмента задаются **номера порта** источника и назначения, которые адресуют службы верхнего прикладного уровня для обработки данного сегмента. Кроме того, транспортный уровень обеспечивает надежную доставку пакетов. При обнаружении потерь и ошибок на этом уровне формируется запрос

повторной передачи, при этом используется протокол **TCP**. Когда необходимость проверки правильности доставленного сообщения отсутствует, то используется более простой и быстрый протокол дейтаграмм пользователя (User Datagram Protocol – **UDP**).

Сетевой уровень (Network Layer) 3 адресует сообщение, задавая единице передаваемых данных **(пакету) логические сетевые адреса** узла назначения и узла источника (**IP-адреса**), определяет **маршрут**, по которому будет отправлен **пакет данных**, транслирует логические сетевые адреса в физические, а на приемной стороне – физические адреса в логические. Сетевые логические адреса принадлежат пользователям.

Канальный уровень (Data Link) 2 формирует из пакетов **кадры** данных (frames). На этом уровне задаются физические адреса устройства-отправителя и устройства-получателя данных. Например, **физический адрес** устройства может быть прописан в ПЗУ сетевой карты компьютера. На этом же уровне к передаваемым данным добавляется контрольная сумма, определяемая с помощью алгоритма циклического кода. На приемной стороне по контрольной сумме определяют и по возможности исправляют ошибки.

Физический уровень (Physical) 1 осуществляет передачу потока битов по соответствующей физической среде (электрический или оптический кабель, радиоканал) через соответствующий интерфейс. На этом уровне производится кодирование данных, синхронизация передаваемых битов информации.

Протоколы трех верхних уровней являются сетенезависимыми, три нижних уровня являются сетезависимыми. Связь между тремя верхними и тремя нижними уровнями происходит на транспортном уровне.

Важным процессом при передаче данных является **инкапсуляция** (encapsulation) данных. Передаваемое сообщение, сформированное приложением, проходит три верхних сетенезависимых уровня и поступает на транспортный уровень, где делится на части и каждая часть инкапсулируется (помещается) в сегмент данных (рис. 1.7). В заголовке сегмента содержится номер протокола прикладного уровня, с помощью которого подготовлено сообщение, и номер протокола, который будет обрабатывать данный сегмент.

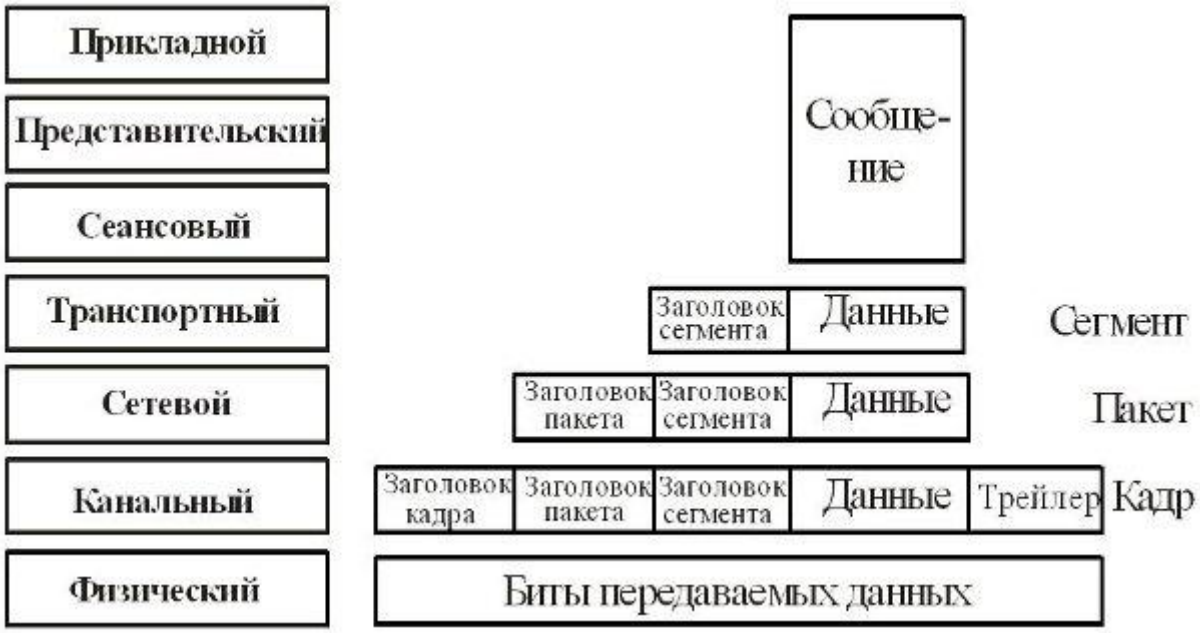


Рис. 1.7. Инкапсуляция данных

На сетевом уровне сегмент инкапсулируется в **пакет** данных, заголовок (**header**) которого содержит, кроме прочего, сетевые (логические) адреса отправителя информации (источника) – Source Address (**SA**) и получателя (назначения) – Destination Address (**DA**). В данном курсе – это IP-адреса.

На канальном уровне пакет инкапсулируется в **кадр** или **фрейм** данных, заголовок которого содержит физические адреса узла передатчика и приемника, а также другую информацию. Кроме того, на этом уровне добавляется **трейлер** (концевик) кадра, содержащий информацию, необходимую для проверки правильности принятой информации. Таким образом, происходит обрамление данных заголовками со служебной информацией, т. е. **инкапсуляция** данных.

Название информационных единиц на каждом уровне, их размер и другие параметры инкапсуляции задаются согласно протоколу единиц данных (Protocol Data Unit – **PDU**). Итак, на трех верхних уровнях – это **сообщение (Data)**, на Транспортном уровне 4 – **сегмент (Segment)**, на Сетевом уровне 3 – **пакет (Packet)**, на Канальном уровне 2 –**кадр (Frame)**, на Физическом Уровне 1 – **последовательность бит**.

Помимо семиуровневой OSI модели на практике применяется четырехуровневая модель TCP/IP (рис. 1.8).

Рис. 1.8. Модели OSI и TCP/IP

Прикладной уровень модели TCP/IP по названию совпадает с названием модели OSI, но по функциям гораздо шире, поскольку охватывает три верхних сетенезависимых уровня (прикладной, представительский и сеансовый). Транспортный уровень обеих моделей и по названию, и по функциям одинаков. Сетевой уровень модели OSI соответствует межсетевому (**Internet**) уровню модели TCP/IP, а два нижних уровня (канальный и физический) представлены объединенным уровнем доступа к сети (**Network Access**).

Ниже в таблице 1.1 приведены обобщенные сведения об основной информации, добавляемой в заголовках сообщений на разных уровнях OSI-модели.

Таблица 1.1. Основная информация в заголовках сообщений

Физический уровень	Канальный уровень	Сетевой уровень	Транспортный уровень	Верхние уровни
Частотно-временные параметры и	Физические адреса источника и	Логические адреса источника и	Номера порта источника и назначения	Сопряжение пользователей с сетью

синхронизация	назначения	назначения		

На транспортном уровне в заголовке сегмента задаются номера портов приложений источника и назначения. Номера портов адресуют приложения или сервисы прикладного уровня, которые создавали сообщение и будут его обрабатывать на приемной стороне. Например, сервер электронной почты с номерами портов 25 и 110 позволяет посылать e-mail сообщения и принимать их, номер порта 80 адресует веб-сервер.

Для обмена сообщениями помимо номеров портов на сетевом уровне в заголовке пакета необходимо задать логические адреса источника и назначения. К логическим адресам относятся, например, IP-адреса пользователей. В документации, используемой в настоящее время, версии IPv4 адреса IP отображаются в десятичной форме в виде четырех групп чисел. Каждая группа может содержать числа от 0 до 255. Группы разделены между собой точками, например 192.168.10.21, 172.16.250.17, 10.1.10.122.

В дополнение к логическим адресам на канальном уровне в заголовке кадра задаются физические адреса устройства-источника и устройства-назначения. Наиболее широко распространенной сетевой технологией канального уровня в настоящее время является Ethernet или ее модификации (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet). При этом в качестве физических адресов используются MAC-адреса (Media Access Control). В документации MAC-адреса представлены в виде 12 шестнадцатеричных чисел, например, 00-05-A8-69-CD-F1. Тот же адрес может

быть представлен и в несколько другой форме 00:05:A8:69:CD:F1 или 0005.A869.CDF1. MAC-адреса компьютеров прошиты в ПЗУ сетевой карты.

Таким образом, тройная система адресации позволяет адресовать устройства, пользователей и программное обеспечение приложений.

Поскольку на трех нижних уровнях модели OSI функционируют аппаратно-программные средства, обработка сообщения проводится с высокой скоростью. На верхних же уровнях функционируют программные средства, что увеличивает время обработки (задержку). В вышеприведенных примерах (рис. 1.5, рис. 1.6) два конечных узла взаимодействовали непосредственно между собой. Поэтому сформированное на узле- источнике сообщение последовательно проходило все семь уровней с 7 по 1, на что тратилось много времени. В реальных сетях сообщение от одного конечного узла до другого проходит через целый ряд промежуточных устройств, таких как коммутаторы и маршрутизаторы. Поэтому для снижения времени задержки (повышения быстродействия) на промежуточных устройствах сообщение обрабатывается средствами только трех или даже двух нижних уровней (рис. 1.9).

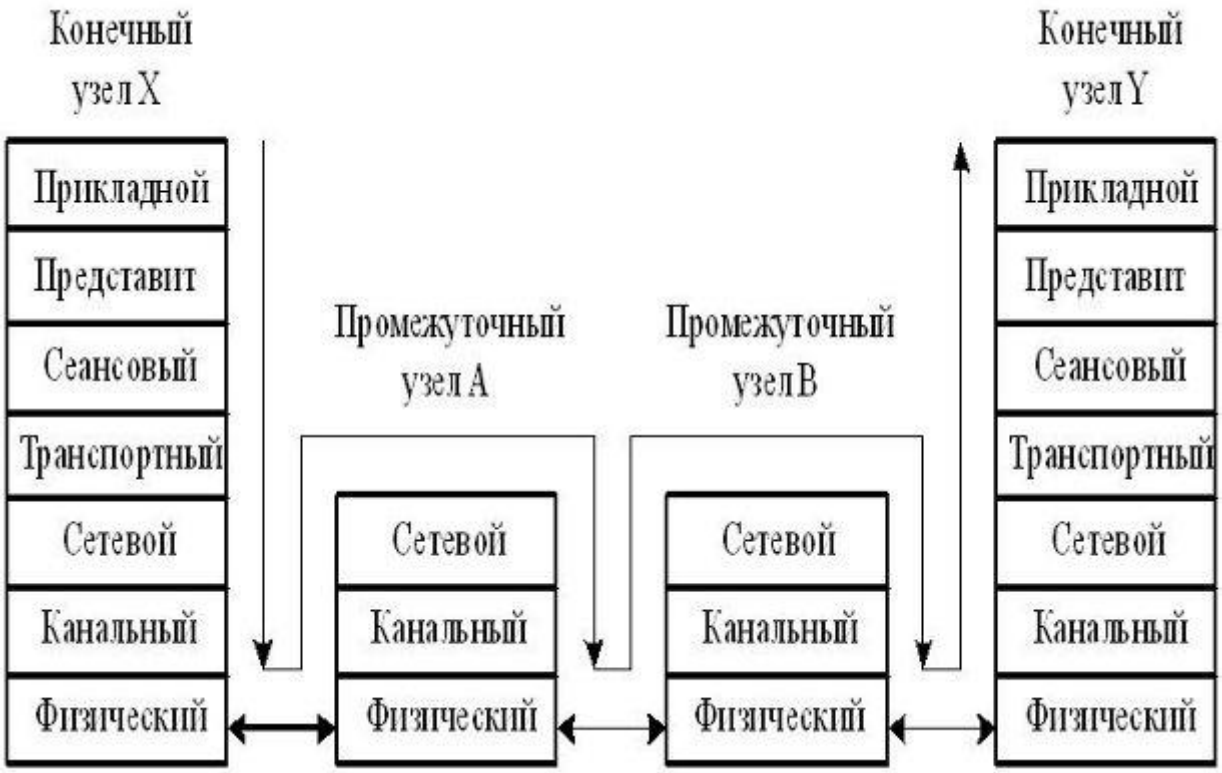


Рис. 1.9. Передача сообщения по сети

Таким образом, Транспортный уровень, обеспечивающий надежность передачи данных, функционирует только на конечных узлах, что снижает задержку передачи сообщения по всей сети от одного конечного узла до другого. В приведенном примере (рис. 1.9) протокол IP функционирует на всех узлах сети, а стек протоколов TCP/IP – только на конечных узлах.

Краткие итоги

1. Телекоммуникационная сеть образуется совокупностью абонентов и узлов связи, соединенных линиями (каналами) связи.
2. Различают сети: с коммутацией каналов, когда телекоммуникационные узлы выполняют функции коммутаторов, и с коммутацией пакетов (сообщений), когда телекоммуникационные узлы выполняют функции маршрутизаторов.
3. Для создания маршрута в разветвленной сети необходимо задавать адреса источника и получателя сообщения. Различают физические и логические адреса.
4. Сети передачи данных с коммутацией пакетов подразделяются на локальные и глобальные.
5. Сети технологии IP являются дейтаграммными, когда отсутствует предварительное соединение конечных узлов и нет подтверждения приема сообщения.
6. Высокую надежность обеспечивает протокол управления передачей TCP.
7. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных и включает в

себя семь уровней.

8. Виртуальный обмен между соответствующими уровнями конечных узлов происходит определенными единицами информации. На трех верхних уровнях – это сообщения или данные. На транспортном уровне – сегменты, на сетевом уровне – пакеты, на канальном уровне – кадры и на физическом – последовательность битов.
9. Технические средства физического уровня представлены кабелями, разъемами, повторителями сигналов, многопортовыми повторителями или концентраторами (hub), преобразователями среды (transceiver). На канальном уровне – это мосты (bridge) и коммутаторы (switch). На сетевом уровне – маршрутизаторы (router). Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) функционируют на канальном и на физическом уровнях.
10. Обрамление единиц информации заголовками со служебной информацией называется инкапсуляцией.
11. Тройная система адресации (логические адреса, физические адреса, номера портов) позволяет адресовать устройства, пользователей и программное обеспечение приложений.

Вопросы

1. Что собой представляют телекоммуникационные сети?
2. Чем отличаются сети с коммутацией каналов от сетей с коммутацией сообщений?
3. Какие функции выполняет маршрутизатор?
4. Что собой представляет метрика протокола маршрутизации?
5. В чем различие коммутации пакетов или сообщений?
6. В чем различие между локальными и глобальными сетями передачи данных?
7. Каковы основные функции Уровня 1 модели OSI?
8. Каковы основные функции Уровня 2 модели OSI?
9. Каковы основные функции Уровня 3 модели OSI?
10. Каковы основные функции Уровня 4 модели OSI?
11. Каковы основные функции Уровня 5 модели OSI?
12. Каковы основные функции Уровня 6 модели OSI?
13. Каковы основные функции Уровня 7 модели OSI?
14. Что собой представляет инкапсуляция данных?
15. Какие устройства функционируют на Уровне 3 модели OSI?
16. Какие устройства функционируют на Уровне 2 модели OSI?
17. Какие устройства функционируют на Уровне 1 модели OSI?
18. Перечислите уровни модели TCP/IP.
19. Какие три системы адресации используются в сетевых технологиях?
20. На каком уровне модели OSI задаются IP-адреса?

Упражнения

1. Изобразите эталонную модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.
2. Сравните функции уровней моделей OSI и TCP/IP.
3. Изобразите схему инкапсуляции единиц информации на транспортном, сетевом и канальном уровнях.
4. Приведите примеры логических и физических адресов.
5. Объясните, почему в сетях используется три системы адресации.

Практическое занятие №1

Тема: Исследование протоколов доступа сети SDN

Задание на лабораторную работу. В узел доступа к сети оператора связи включены абоненты, которым предоставляется услуга телефонной связи (VoIP). При предоставлении услуги используется кодек G.711, для связи с узлом оператора используется технология Ethernet.Требуется оценить необходимую пропускную способность линии связи между узлом доступа и узлом оператора связи, при которой выполняются требования к качеству обслуживания.

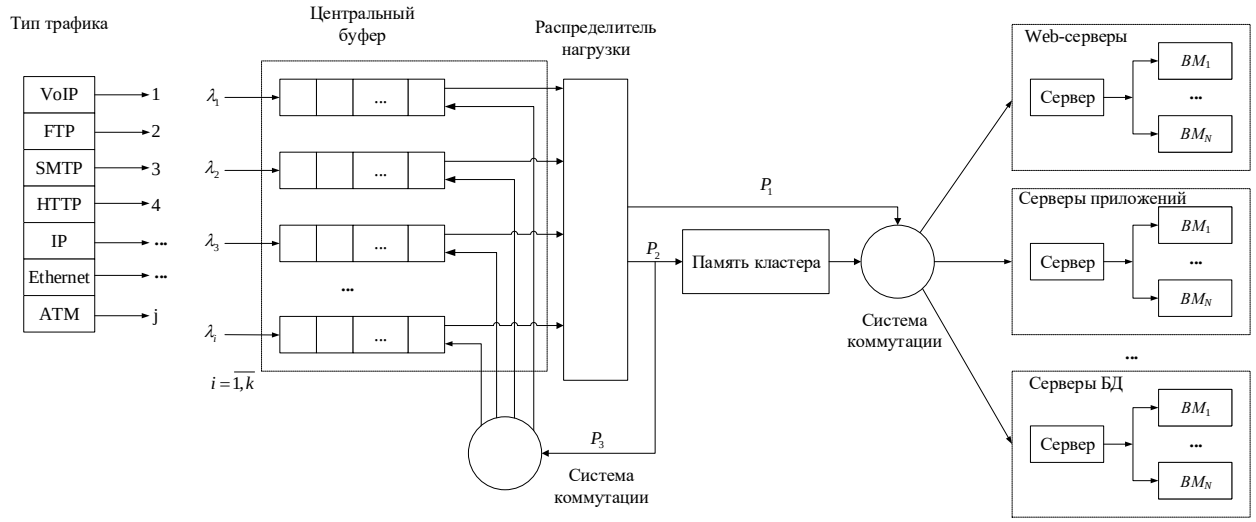


Рисунок 1. Структура телекоммуникационной сети

Цель работы и изучаемы вопросы

Цель работы: изучение математических моделей сетей передачи данных с коммутацией пакетов, особенностей услуг, свойств

производимого ими трафика, показателей качества функционирования и методов расчета.

Изучаемые вопросы:

1. Основные виды услуг и свойства трафика (потоковый, интерактивный и фоновый трафик, продолжительность сессии, интенсивность трафика, потоковые характеристики, выбор модели трафика).

2. Показатели качества функционирования сетей передачи данных (задержка доставки пакета, джиттер, коэффициент потерь, коэффициент ошибок, методы оценки, существующие требования и нормативные значения, рекомендации ITU-T и нормативные отраслевые документы).

3. Математические модели, применяемые для расчета параметров сетей передачи данных (модель простейшего потока и системы с отказами, модели M/M/1, M/D/1, M/G/1, G/G/1, применение для расчета необходимой пропускной способности).

Подготовка к работе

1. Изучить основные свойства трафика в сети передачи данных, особенности потокового, интерактивного и фонового трафика.

2. Изучить основные характеристики и параметры трафика.

3. Изучить основные показатели качества функционирования сетей передачи данных (задержка доставки пакета, джиттер, коэффициент потерь, коэффициент ошибок, методы оценки, существующие требования и нормативные значения, рекомендации ITU-T и нормативные отраслевые документы).

4. Изучить математические модели, применяемые для расчета параметров сетей передачи данных (модель простейшего потока и системы с отказами, модели M/M/1, M/D/1, M/G/1, G/G/1, применение для расчета необходимой пропускной способности).

Задание

1. Изучить основные свойства трафика в сети передачи данных, особенности потокового, интерактивного и фонового трафика.

2. Изучить основные характеристики и параметры трафика.

3. Изучить основные показатели качества функционирования сетей передачи данных (задержка доставки пакета, джиттер, коэффициент потерь, коэффициент ошибок, методы оценки, существующие требования и нормативные значения, рекомендации ITU-T и нормативные отраслевые документы).

4. Изучить математические модели, применяемые для расчета параметров сетей передачи данных (модель простейшего потока и системы с отказами, модели M/M/1, M/D/1, M/G/1, G/G/1, применение для расчета необходимой пропускной способности).

Задание Практическое занятие №1

1. Анализ задания, формирование перечня исходных данных и требований.
2. Выполнить расчет интенсивности трафика для заданной услуги (набора услуг).
3. Выполнить выбор модели трафика, оценка параметров трафика.
4. Выполнить расчет интенсивности потоков данных в линии связи.
5. Выполнить расчет требуемых пропускных способностей для линий связи.

Содержание отчета

1. Исходные данные.
2. Оценка интенсивности производимого трафика.
3. Расчет интенсивности трафика в сети передачи данных.
4. Расчет пропускной способности канала.
5. Результаты расчета.

Контрольные вопросы

1. Особенность потокового, интерактивного и фонового трафика.
2. Основные параметры трафика, влияющие на качество обслуживания.
3. Математические модели системы обслуживания.
4. Выбор математической модели на основе свойств трафика и процесса обслуживания.
5. Основные параметры качества функционирования сети связи.
6. Оценка параметры качества функционирования с помощью математических моделей системы обслуживания.

Задание на практическое занятие №1

В узел доступа к сети оператора связи включены абоненты, которым предоставляется услуга телефонной связи (VoIP). При предоставлении услуги используется кодек G.711, для связи с узлом оператора используется технология Ethernet.

Параметры кодека:
- скорость кодирования 64 Кбит/с;
- длина пакета данных 200 байт;
- скорость потока в линии Ethernet 85,6 Кбит/с.

Требуется оценить необходимую пропускную способность линии связи между узлом доступа и узлом оператора связи, при которой выполняются требования к качеству обслуживания.

(При расчете задержки принять модель M/M/1).

Исходные данные

№ Варианта	Количество абонентов VoIP	Удельная интенс. абоненткой нагрузки, Эрл	Требования к потерям, %	Требования к задержке, мс
1	1000	0,15	<0,1	<10
2	2000	0,12	<2,0	<20
3	4000	0,10	<1,5	<15
4	4500	0,13	<3,0	<25
5	2500	0,14	<3,5	<22
6	3000	0,08	<4,0	<24
7	7000	0,09	<2,5	<18
8	6500	0,07	<1,5	<12
9	8000	0,05	<0,5	<28
10	7500	0,06	<0,7	<16

Пример оформления отчета приведен в Приложении 6 Учебного пособия
Давыдов, П.И. Смирнов, А.И. Парамонов. Проектирование телекоммуникационных систем и сетей.

Практическое занятие №2

Тема: Разработка имитационной модели управления очередями сетевых пакетов на маршрутизаторах сети SDN

Цель: Повышение эффективности информационного взаимодействия при сетевом обмене СПД.

Вопросы

1. Анализ алгоритмов управления очередями сетевых пакетов на беспроводных маршрутизаторах стандарта IEEE 802.11.

2.Разработка и исследование моделей управления очередями сетевых пакетов на беспроводных маршрутизаторах.

3.Экспериментальные исследования, получение количественных результатов и их анализ, выводы.

Имитационная модель (программа) на языке GPSS World представляет собой последовательность операторов (их называют блоками), отображающих события, происходящие в СМО при перемещениях транзактов. Поскольку в интерпретаторах GPSS реализуется событийный метод и в СМО может быть одновременно много транзактов, то интерпретатор будет попеременно исполнять разные фрагменты программы, имитируя продвижения транзактов в текущий момент времени до их задержки в некоторых устройствах или очередях.

В лабораторной работе исследуется работа трех алгоритмов управления очередями сетевых маршрутизаторов:

1.Drop Tail

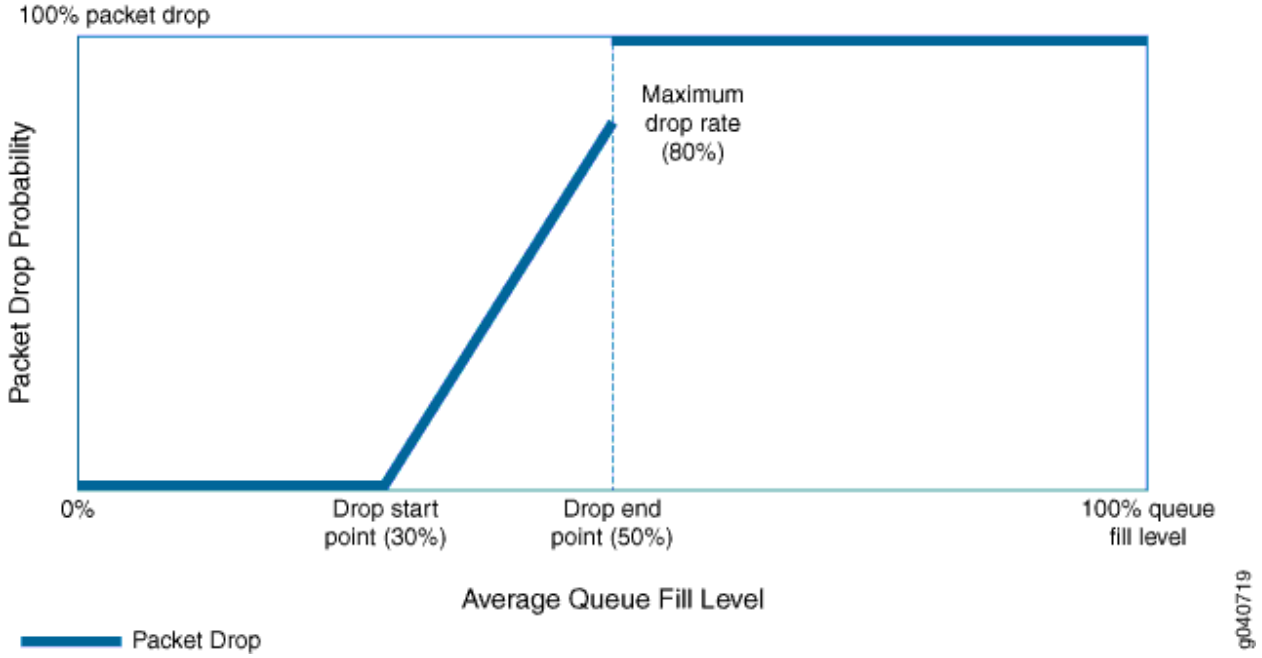
2.RED

3.RiO.

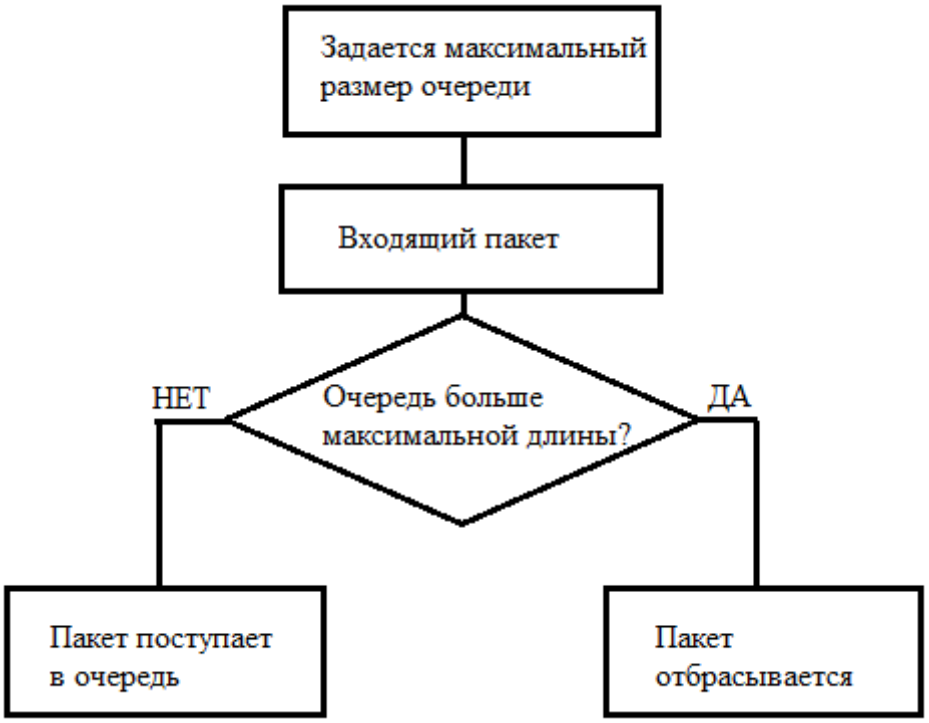
Tail drop (Отбрасывание конца очереди) – один из простейших алгоритмов для управления переполнением очередей маршрутизаторов. В отличие от более сложных алгоритмов, таких как RED и WRED, в Tail Drop трафик не разделяется по типам пакетов.

Принцип алгоритма: задается максимальный размер очереди (в пакетах или в байтах), вновь прибывающий пакет помещается в конец очереди, когда очередь заполняется до некоторого заданного максимального размера, все вновь поступающие пакеты отбрасываются, пока очередь не будет иметь место, достаточное для поступления входящего трафика.

Принцип действия алгоритм Drop Tail



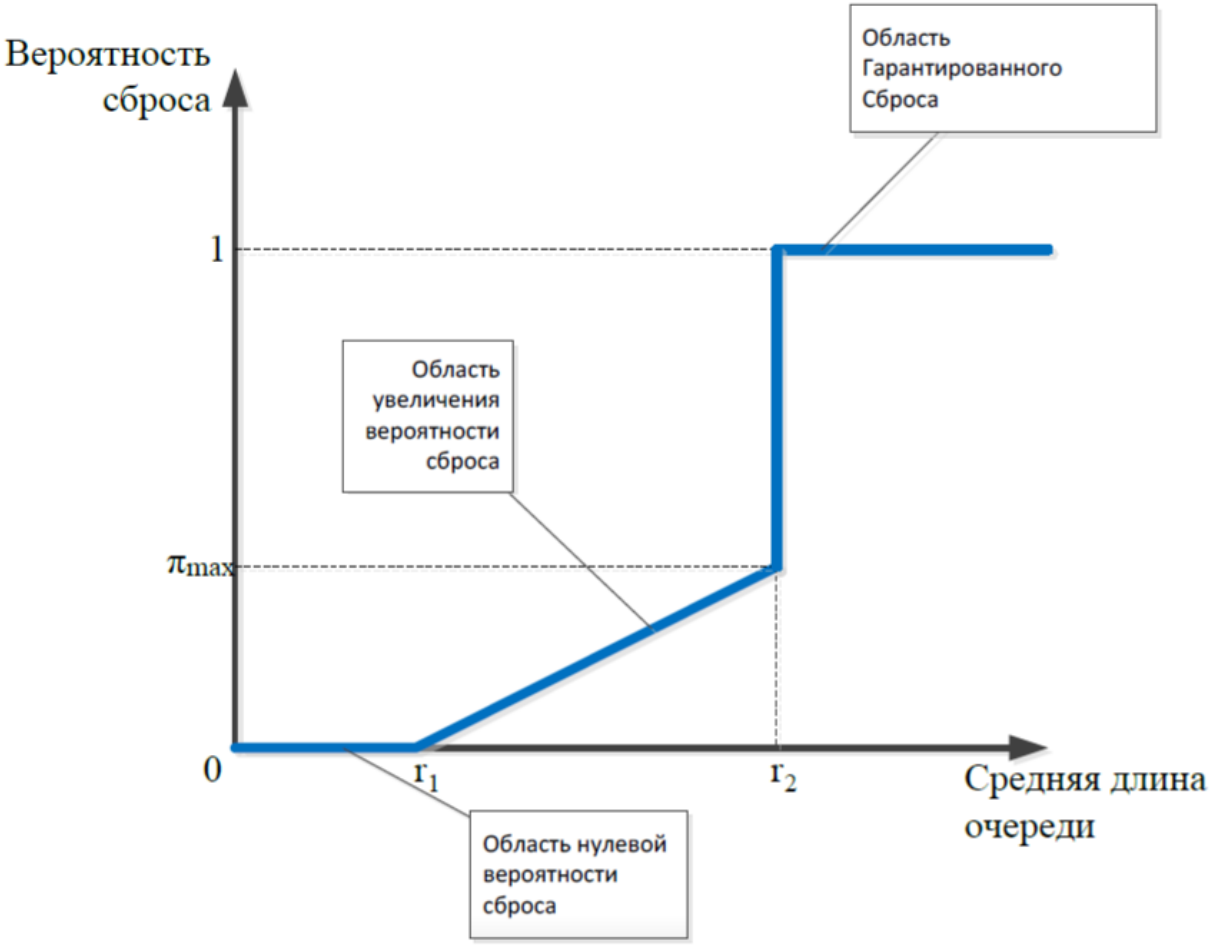
Блок-схема алгритма DropTail



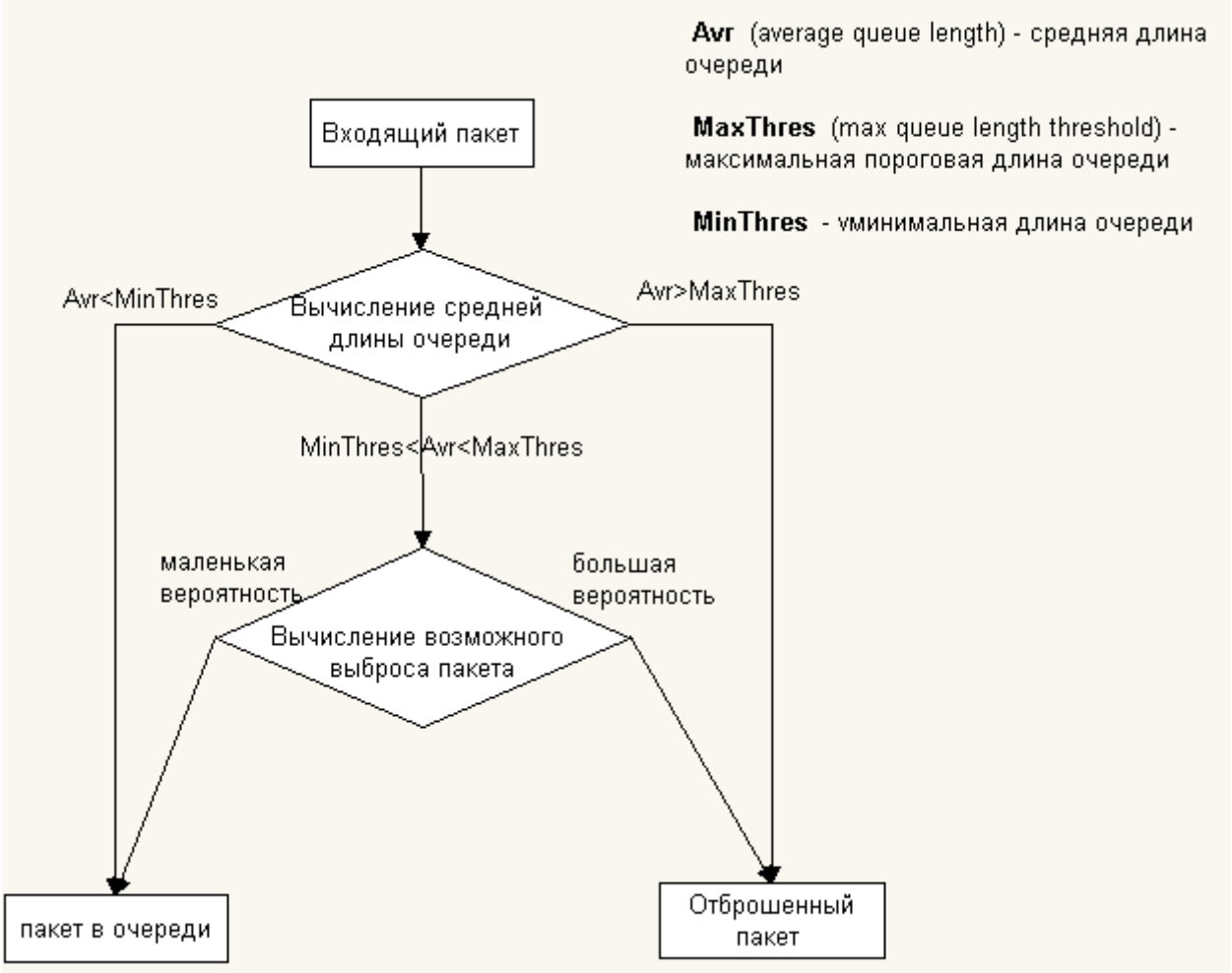
Random early detection (RED) (Произвольное Раннее Обнаружение) – один из алгоритмов AQM для управления переполнением очередей маршрутизаторов.

Принцип алгоритма: RED отслеживает средний размер очереди и отбрасываемых пакетов, основываясь на статистической вероятности. Также RED может использовать отслеживание пометок ECN. Когда заполненность буфера маршрутизатора превышает какое-либо пороговое значение, вероятность отбрасывания входящего пакета зависит от степени превышения этого порогового значения.

Принцип действия алгоритм RED



Блок-схема алгоритма RED



Описание работы алгоритма RED

Алгоритм состоит из двух частей: оценка среднего размера очереди и принятие решения о сбросе вновь поступившего пакета. При поступлении

каждого нового пакета, используя фильтр высоких частот совместно с «экспоненциально взвешенной скользящей средней» EWMA (low-pass filter

with an exponentially weighed moving average), RED определяет средний

размер очереди avg. Далее значение avg сравнивается со значениями ранее определенных границ: верхней max_th и нижней min_th, которые определяют степень нагрузки в очереди.

В случае если значение avg принадлежит интервалу [0; min th], то поступающий пакет помещается в очередь, если же значение avg принадлежит интервалу [min_th; max_th], то вычисляется вероятность сброса пакета Pa, и либо с вероятностью P0 осуществляется сброс поступающего пакета, либо с вероятностью (1 — P0) поступающий пакет помещается в очередь. Если же значение среднего размера очереди avg превышает значение max_th, то поступающий пакет обязательно сбрасывается. Заметим, что вероятность сброса пакета является функцией от переменной avg, т.е. с повышением нагрузки повышается вероятность сброса поступающего пакета. Следует отметить, что RED также имеет возможность осуществлять не сброс пакетов, а маркировку. Маркировка может быть произведена посредством изменения какого-либо бита в каком-либо опциональном поле в заголовке пакета с целью извещения протокола транспортного уровня, например, TCP, о надвигающейся перегрузке. Тогда в этом случае, если в приемнике реализован протокол, понимающий маркирование пакета, то протокол приемника должен понизить размер окна и, тем самым, сообщить источнику о необходимости понижения нагрузки. В результате этого источник должен понизить размер окна и, тем самым, понизить количество пакетов, передаваемых в сеть за некоторый промежуток времени. Реализация маркировки пакета в RED более эффективна, чем реализация сброса в случае функционирования на транспортном уровне протокола, подобного TCP, а в случае если осуществляется управление потоками UDP, то RED должен реализовать функцию сброса. Таким образом, RED состоит из двух различных алгоритмов: с помощью алгоритма вычисления среднего размера очереди фактически вычисляется степень пачечности нагрузки, которая может быть принята буфером; алгоритм подсчета вероятности маркировки или сброса пакета на основе известного значения нагрузки (т.е. значения средней длины очереди) определяет как часто маршрутизатор маркирует или сбрасывает пакеты.

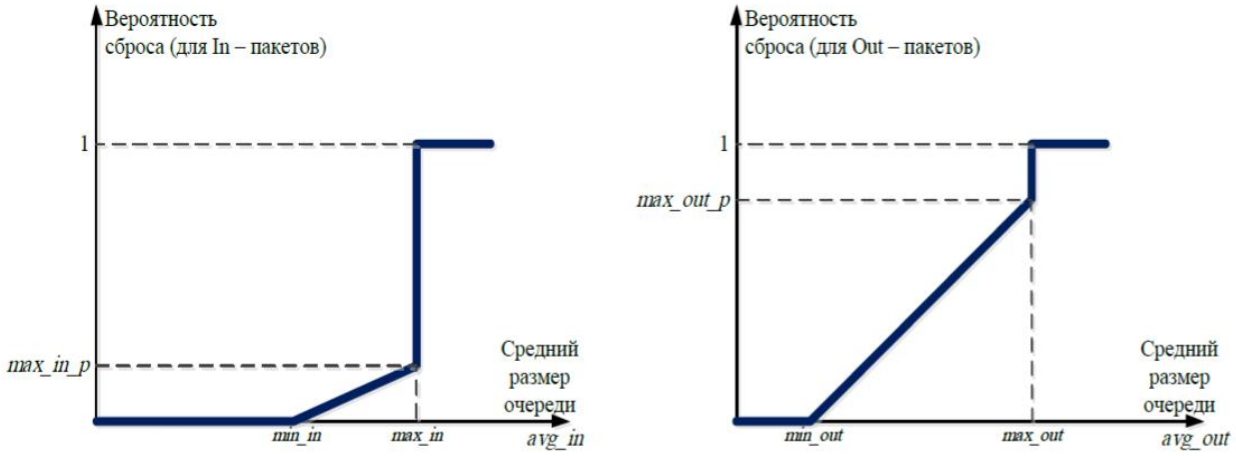
Целью функционирования RED в маршрутизаторе является такая реализация маркировки/сброса пакетов, при которой будет соблюдаться принцип «справедливого распределения ресурсов» и избегание «глобальной синхронизации».

Алгоритм RIO

Алгоритм управления очередью **RIO (RED In & Out)** полностью аналогичен алгоритму RED за исключением того, что он параметризируется двумя наборами значений параметров - каждый набор для отдельного класса пакетов. Предполагается, что существует два класса пакетов – *немаркированные (in-profile),* т.е. когда пакет принадлежит потоку, значения параметров которого не превышают заранее определенных величин, и *маркированные (out-profile),* т.е. когда пакет принадлежит потоку, значения параметров которого превышают заранее определенные величины. RIO различает оба класса пакетов посредством анализа заголовка и поэтому имеет возможность осуществлять сброс маркированных пакетов с большей вероятностью, нежели немаркированных, таким образом, обеспечивая защиту от сброса немаркированным пакетам.

В связи с тем, что алгоритм RIO является модификацией алгоритма RED, очевидно, что принципы функционирования этих алгоритмов одинаковы. Фактически RIO является усложненной версией RED, т.к. существует необходимость контролировать два набора параметров: один - для пакетов с низким приоритетом (немаркированные), другой – с высоким приоритетом (маркированные).

Принцип действия алгоритм RIO



Рассмотрим принцип функционирования алгоритма RIO. Очевидно, что при поступлении пакета в очередь, необходимо определить к какому классу относится данный пакет. Если пакет немаркированный (далее для простоты будем называть такой пакет In-пакет), то осуществляется вычисление сред-

него размера очереди avg_in, которая состоит только из In-пакетов. Если

пакет маркированный (далее для простоты будем называть такой пакет Out-пакет), то осуществляется вычисление среднего размера всей очереди

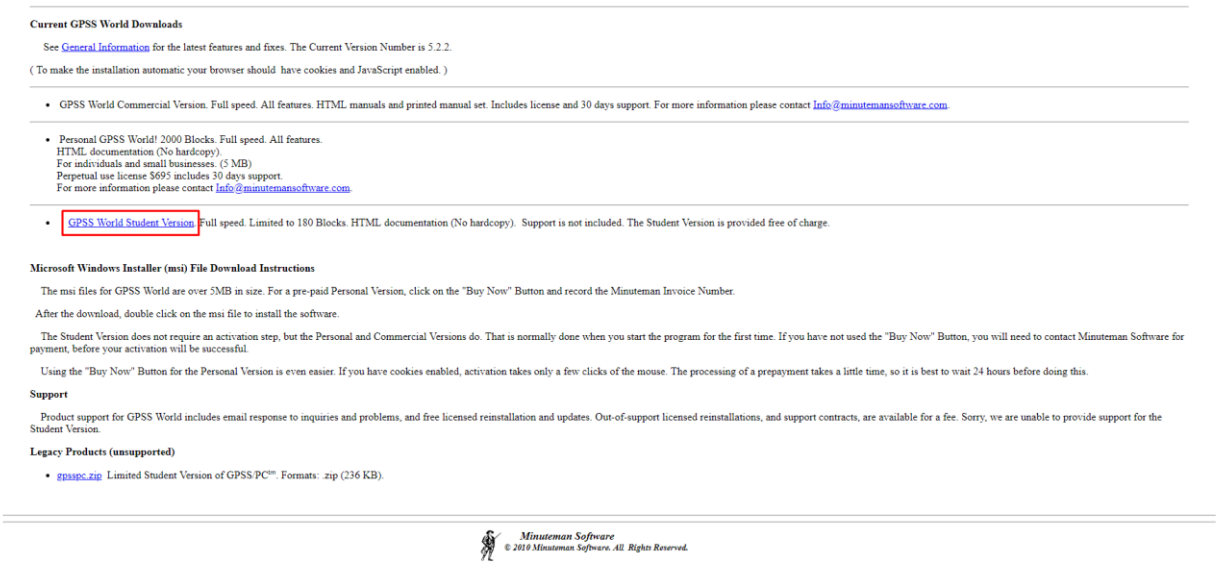
avg_total. Здесь стоит отметить важную деталь, что вероятность сброса In-пакета зависит от среднего размера очереди, состоящей только из In-пакетов, в то время как вероятность сброса Out-пакета зависит от среднего размера очереди, состоящей из пакетов обоих классов, In-пакетов и Out-пакетов. Заметим, что все пакеты независимо от их класса поступают в одну

физическую очередь типа FIFO. Очередь, состоящая только из In-пакетов, физически не существует, ее размер подсчитывается специальной

процедурой. На рисунке представлены функции вероятности сброса пакета в зависимости от среднего размера очереди для In-пакетов и Out- пакетов. Как видно и как можно предположить, исходя из принципов функционирования алгоритма RED, для каждого класса пакетов необходимо определить следующие параметры функционирования:

- Min_in: нижняя граница для In-пакетов;
- Max_in: верхняя граница для In-пакетов;
- Min_out: нижняя граница для Out-пакетов;
- Max_out: верхняя граница для Out-пакетов;
- Max_in_p: максимальное значение вероятности сброса для In-пакетов;
- Max_out_p: максимальное значение вероятности сброса для Out-пакетов.

Для выполнения данной лабораторной работы понадобится интерпретатор программы GPSS World. Программный продукт можно скачать по ссылке http://www.minutemansoftware.com/downloads.asp. Для установки GPSS необходимо пройти по ссылке, нажать на кнопку **“GPSS World Student Version”:**



Current GPSS World Downloads

See General Information for the latest features and fixes. The Current Version Number is 5.2.2.

(To make the installation automatic your browser should have cookies and JavaScript enabled.)

- GPSS World Commercial Version. Full speed. All features. HTML manuals and printed manual set. Includes license and 30 days support. For more information please contact Info@minutemansoftware.com.

- Personal GPSS World! 2000 Blocks. Full speed. All features.
  HTML documentation (No hardcopy).
  For individuals and small businesses. (5 MB)
  Perpetual use license $695 includes 30 days support.
  For more information please contact Info@minutemansoftware.com.

- GPSS World Student Version. Full speed. Limited to 180 Blocks. HTML documentation (No hardcopy). Support is not included. The Student Version is provided free of charge.

Microsoft Windows Installer (msi) File Download Instructions

The msi files for GPSS World are over 5MB in size. For a pre-paid Personal Version, click on the "Buy Now" Button and record the Minuteman Invoice Number.

After the download, double click on the msi file to install the software.

The Student Version does not require an activation step, but the Personal and Commercial Versions do. That is normally done when you start the program for the first time. If you have not used the "Buy Now" Button, you will need to contact Minuteman Software for payment, before your activation will be successful.

Using the "Buy Now" Button for the Personal Version is even easier. If you have cookies enabled, activation takes only a few clicks of the mouse. The processing of a prepayment takes a little time, so it is best to wait 24 hours before doing this.

Support

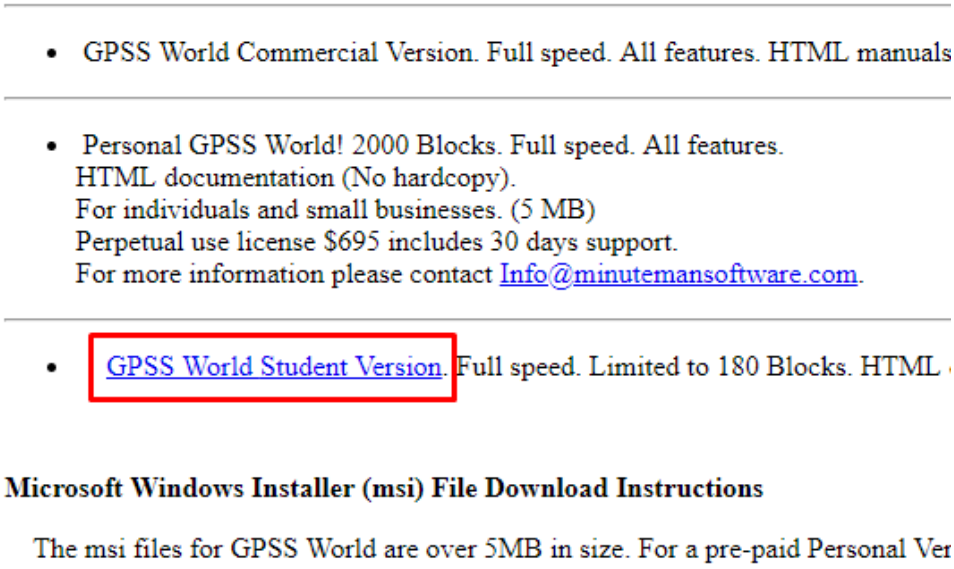
Product support for GPSS World includes email response to inquiries and problems, and free licensed reinstallation and updates. Out-of-support licensed reinstallations, and support contracts, are available for a fee. Sorry, we are unable to provide support for the Student Version.

Legacy Products (unsupported)

- gpsspc.zip Limited Student Version of GPSS/PC™. Formats: .zip (236 KB).

Minuteman Software
© 2010 Minuteman Software. All Rights Reserved.

Рисунок 1 Полная страница скачивание



- GPSS World Commercial Version. Full speed. All features. HTML manuals

- Personal GPSS World! 2000 Blocks. Full speed. All features.
  HTML documentation (No hardcopy).
  For individuals and small businesses. (5 MB)
  Perpetual use license $695 includes 30 days support.
  For more information please contact Info@minutemansoftware.com.

- GPSS World Student Version. Full speed. Limited to 180 Blocks. HTML

Microsoft Windows Installer (msi) File Download Instructions

The msi files for GPSS World are over 5MB in size. For a pre-paid Personal Ver

Рисунок 2 в масштабе

После чего с сайта загрузится установщик. **Установка простая: на каждом шаге нажимать «Next».** Запускаем программу, переходим на вкладку **File-New.** Далее выбираем **Model,** жмем **Ok.** Проверяем работу системы путем запуска простейшей программы

GENERATE 1 ; Время генерирования одной транзакции

TERMINATE 1 ; Удаляем одну транзакцию

START 10 ; Время моделирования 10 ед. времени

Чтобы запустить программу переходим на вкладку **Command-Create Simulation.**

В итоге должно появиться два окна-журнал ошибок и листинг отчета.

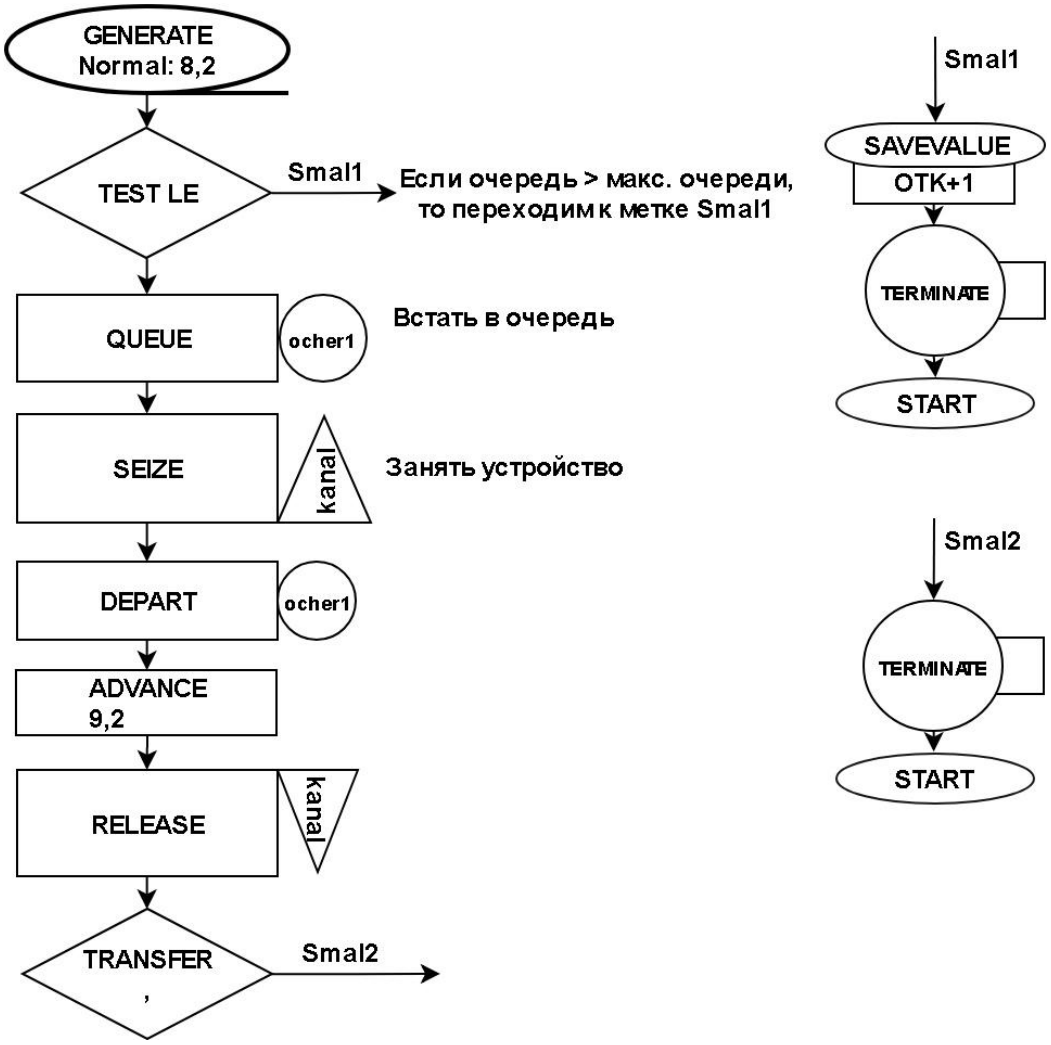
Задание 1. Алгоритм Drop Tail

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **Drop Tail**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма Drop Tail

```
WaitQTABLE    ocher1,0,2,50
MaxOcher      EQU              10
    GENERATE  8,2
    TEST L    Q$ocher1,MaxOcher,smal1
    QUEUE     ocher1
    SEIZE     kanal
    DEPART    ocher1
    ADVANCE   9,2
    RELEASE   kanal
    TRANSFER  ,smal2
smal1         SAVEVALUE        otk+,1
smal2         TERMINATE 0
    GENERATE  1000
    TERMINATE 1
    START     1
```

Блок-схема алгоритма



Описание кода программы

1. Блок Wait QTABLE создает таблицу ocher1 времени ожидания в очереди пакетов.

2. EQU задает переменной MaxOcher значение 10.

3. Generate генерирует транзакты.

4. Блок TEST L сравнивает два значения. Если очередь ocher1 меньше максимальной очереди MaxOcher, то транзакт проходит дальше, иначе он переходит к метке smal1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.

5. Блок QUEUE ставит пакет в очередь ocher1 для последующей передачи по каналу связи.

6. Блок SEIZE имитирует подготовку пакета на передачу.

7. Блок DEPART отправляет пакет в канал связи.

8. Блок ADVANCE имитирует обработку (передачу) пакета.

9. RELEASE освобождает канал.

Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создает отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
OTK	0	85.000

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	141	0.994	7.047	1	190	0	0	0	9

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OCHER1	10	9	150	1	9.050	60.332	60.737	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
WAIT	62.031	15.115		0		

Рисунок 3 Drop Tail - REPORT, окно отчёта симуляции

Из данного отчета мы получили следующие результаты*:*

1. *Число отброшенных пакетов: 85;*
2. *Количество пройденных пакетов: 141;*
3. *Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;*
4. *Среднее время обслуживания пакета: 7.047;*
5. *Максимальная длина очереди: 10;*
6. *Средняя длина очереди: 9.050;*
7. *Среднее время в очереди: 60.332.*

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившимся окне необходимо заполнить следующее:

Lable – просто название таблицы, не на что не влияет

Expression – указываем на таблицу с очередью, в данном случае** **(в этих 3-х алгоримах)** писать – «Q$ocher1»

Title – не обязательно

Time Range – промежуток симуляции, (в данном случае**) писать 1000

Max Value – максимальное значение очереди, (в данном случае**) писать 10

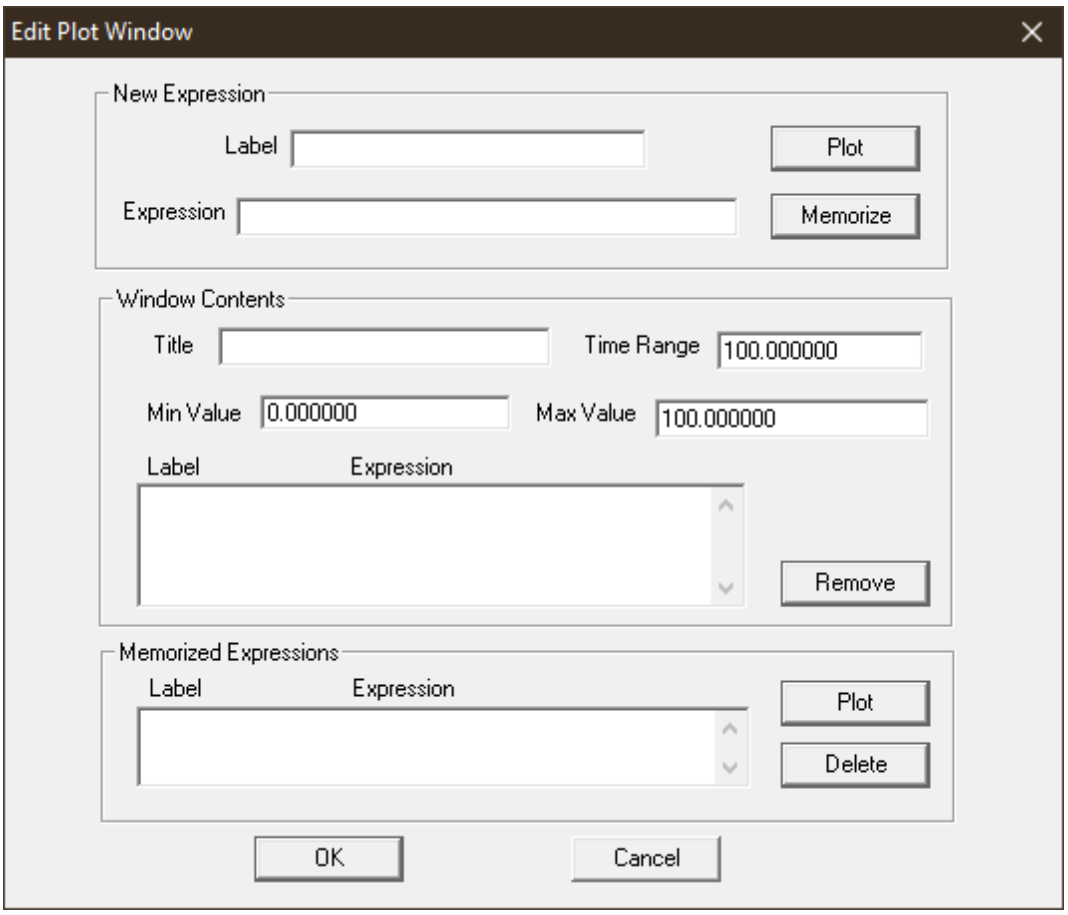


Рисунок 4 Окно создания графика

После заполнения всех параметров нажимаем на кнопку “Memorize”

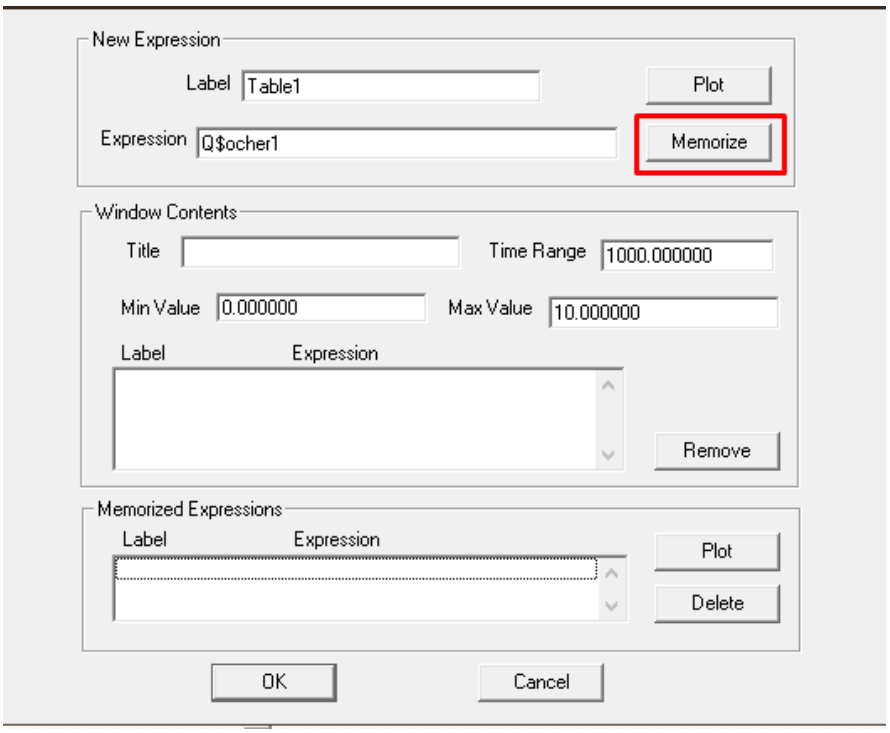
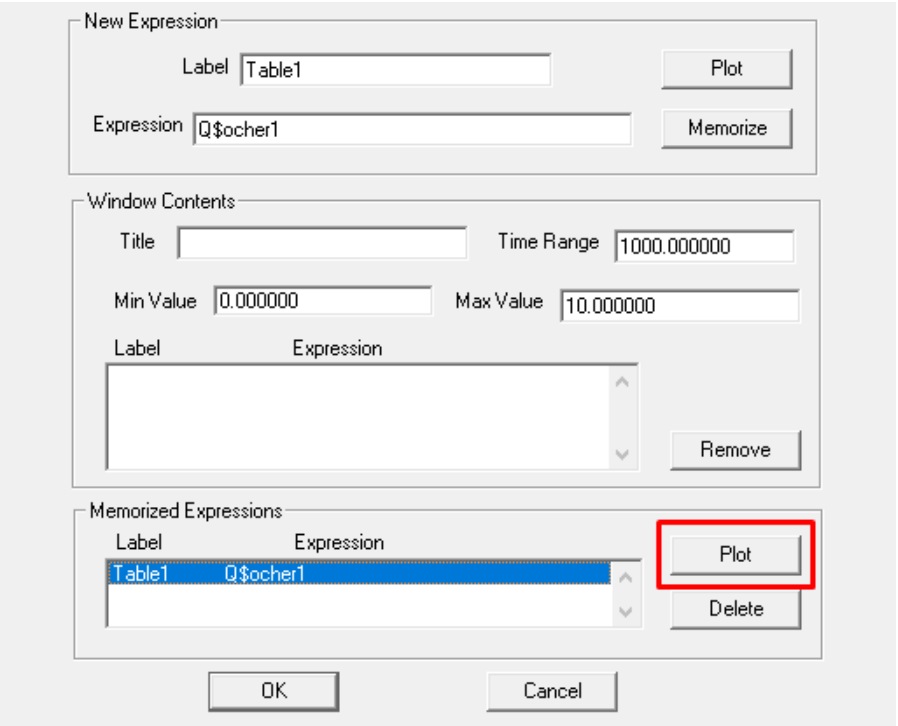
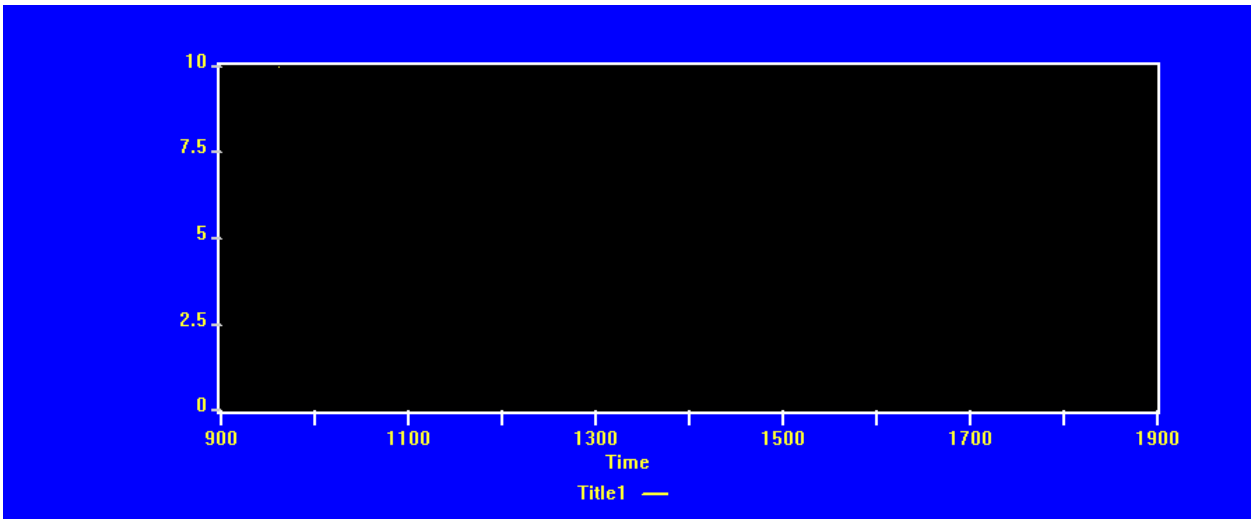


Рисунок 5 Форма с заполненными параметрами

После этого выделяем появившуюся запись нажимаем “Plot”, а потом нажимаем “OK”



Появляется синее окно с намеченной системой координат



После этого нажимаем Command => Retranslate. В синем окне появится диаграмма.

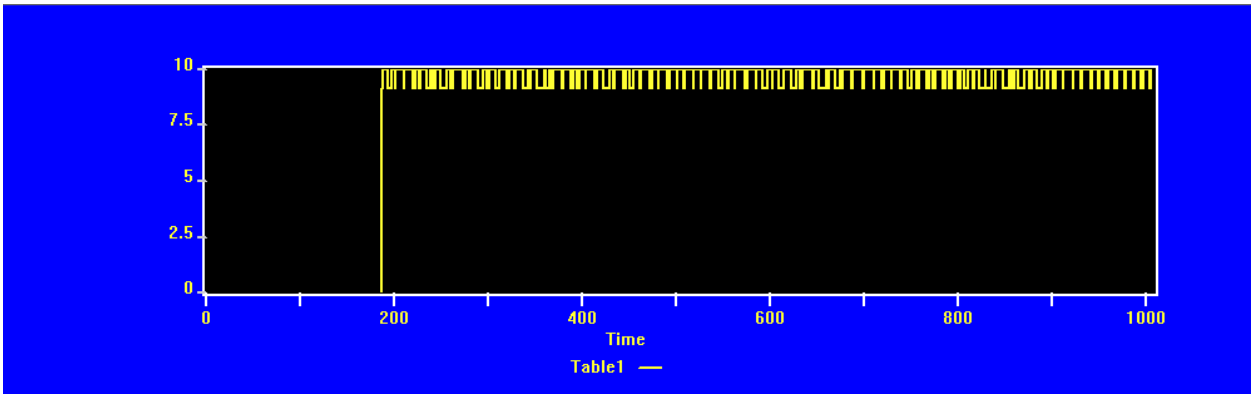


Рисунок 2.2. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившимся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

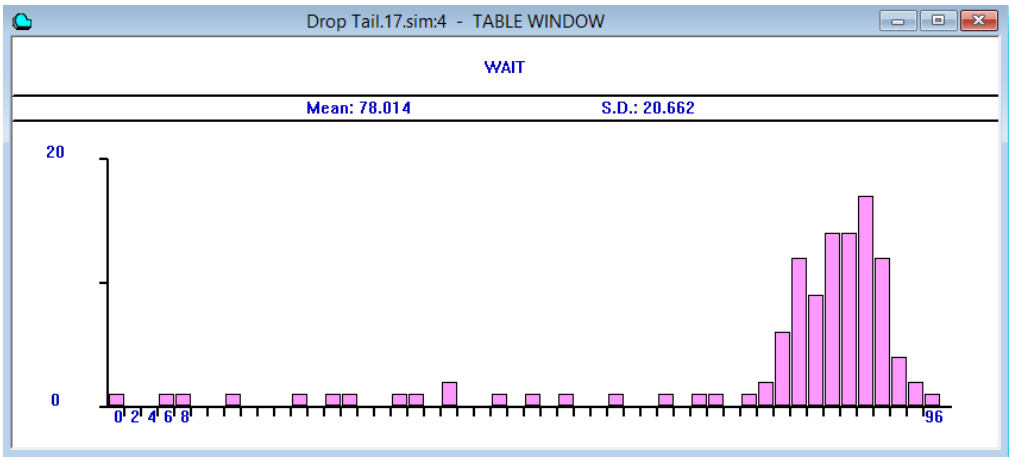


Рисунок 2.3. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

Задание 2. Алгоритм Random early detection (RED)

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **RED**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма RED

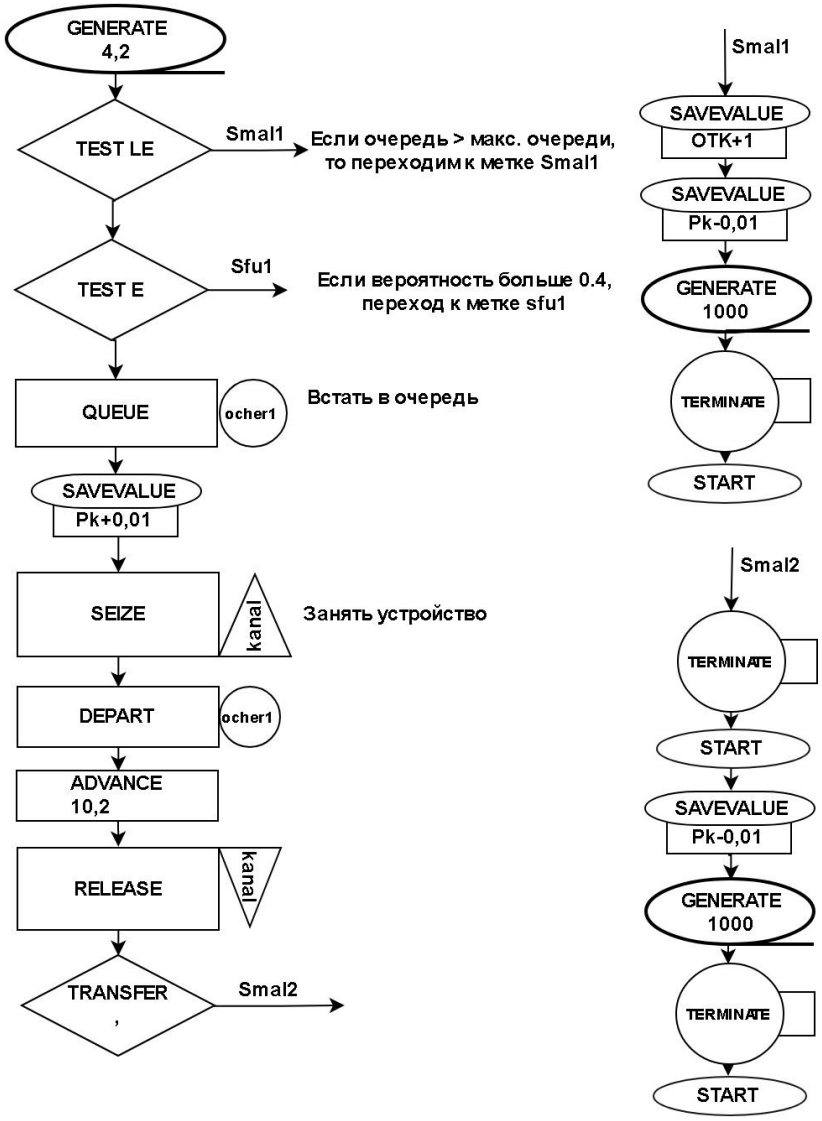
```
INITIAL        X$Pk,0
WaitQTABLE     ocher1,0,2,50
MaxOcher       EQU              8
MinOcher       EQU              2
    GENERATE   4,2
    TEST L     Q$ocher1,MaxOcher,small
    TEST L     Pk,0.4,sfu1
sfu1TRANSFER   0.5,small
    QUEUE      ocher1
    SAVEVALUE  Pk+,0.1
    SEIZE      kanal
    DEPART     ocher1
    ADVANCE    10,2
    RELEASE    kanal
    TRANSFER   ,smal2
```

```
smal1          SAVEVALUE        otk+,1
    TEST L     Pk,1,reset1
reset1         SAVEVALUE        Pk,1
smal2          TERMINATE 0
    SAVEVALUE Pk-,0.1
    GENERATE  1000
    TERMINATE 1
    START     1
```

Описание кода программы

1. Блок INITIAL задает переменной вероятности Pk значение 0.
2. Блок Wait QTABLE создает таблицу ocher1 времени ожидания в очереди пакетов.
3. EQU задает переменной MaxOcher значение 8 и переменной MinOcher значение 2.
4. Блок Generate генерирует транзакты.
5. Блок TEST L сравнивает два значения. Если очередь ocher1 меньше максимальной очереди MaxOcher, то транзакт проходит дальше, иначе он переходит к метке smal1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.
6. Следующий блок TEST L сравнивает значение переменной Pk с установленным значением вероятности, если Pk > 0.4, то блок TRANSFER с вероятностью 0.5 переносит транзакт на метку smal1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.
7. Блок QUEUE ставит пакет в очередь ocher1 для последующей передачи по каналу связи.
8. Блок SEIZE имитирует подготовку пакета на передачу.
9. Блок DEPART отправляет пакет в канал связи.
10. Блок ADVANCE имитирует обработку (передачу) пакета.
11. RELEASE освобождает канал.

Блок-схема алгоритма



Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создает отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
PK	0	1.000
OTK	0	245.000

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	100	0.995	9.946	1	239	0	0	0	6

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OCHER1	8	6	106	1	6.083	57.386	57.932	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
WAIT	59.047	18.014		0		

Рисунок 2.4. Результаты отчета разработанной модели

Из данного отчета мы получили следующие результаты:

1. Число отброшенных пакетов: 245;

2. Количество пройденных пакетов: 141;
3. Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;
4. Среднее время обслуживания пакета: 7.047;
5. Максимальная длина очереди: 10;
6. Средняя длина очереди: 9.050;
7. Среднее время в очереди: 60.332.

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившемся окне повторить действия, описанные для первого, загорится с теми же параметрами (Time Range, Max Value…)

Рисунок 2.5. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившимся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

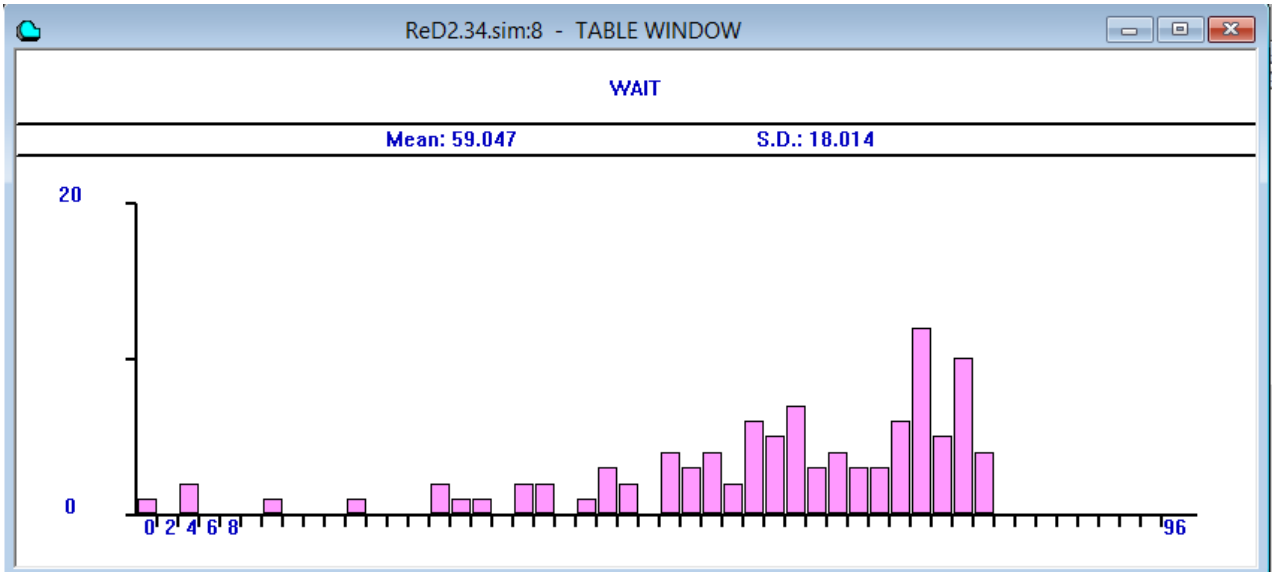


Рисунок 2.6. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

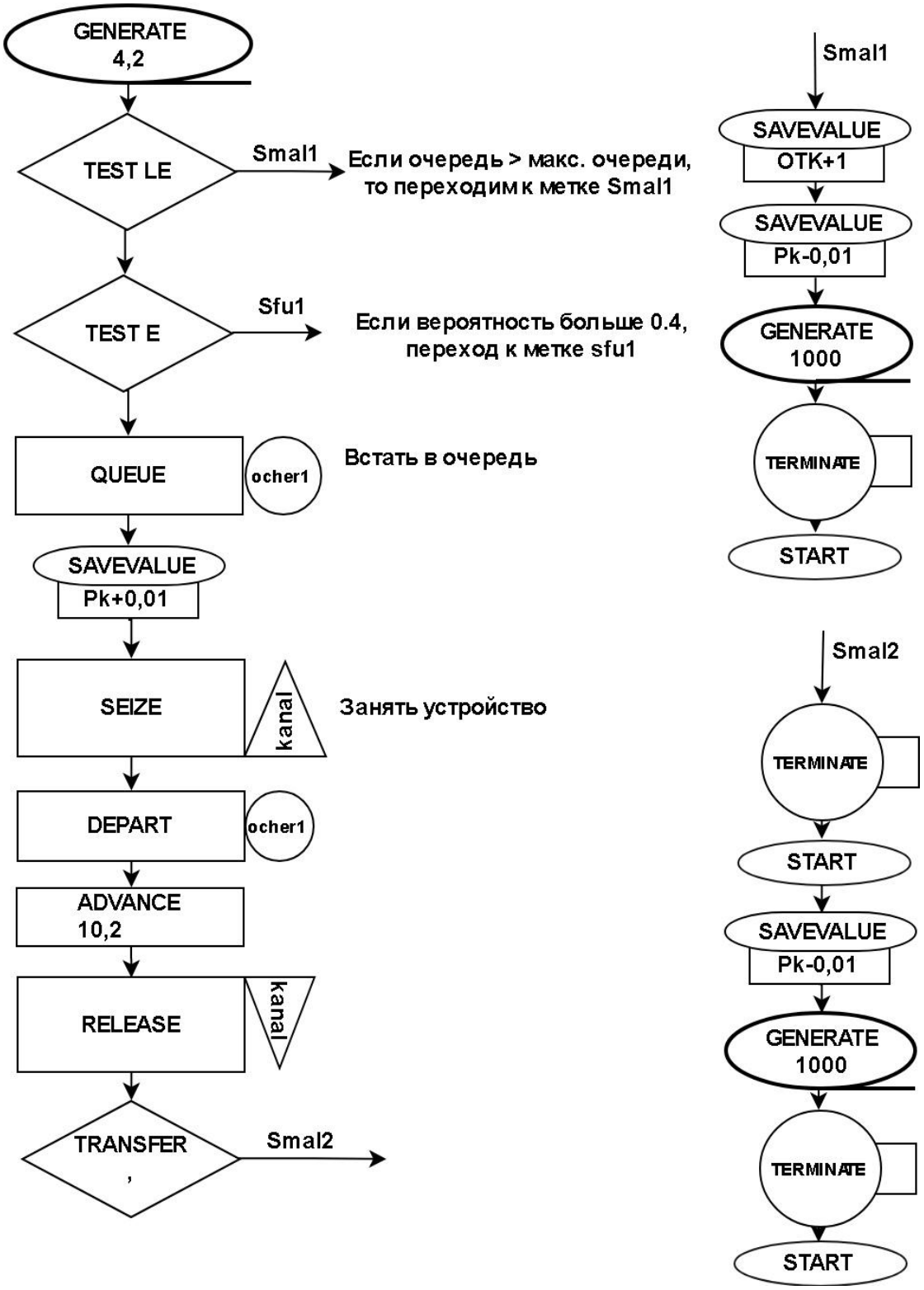
Задание 3. Алгоритм RED In & Out (RiO)

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **RiO**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма RiO

```
INITIAL                     X$Pk,0
Wait          QTABLE        ocher1,0,2,50
MaxOcher                    EQU    8
MinOcher                    EQU    2
              GENERATE      4,2,,,1
              TEST L        Q$ocher1,MaxOcher,smal1
              TEST L        Pk,0.4,sfu1
sfu1          PRIORITY      0
              TEST E        PR,0,smal3
smal3                       TRANSFER     0.5,smal1
              QUEUE         ocher1
              SAVEVALUE     Pk+,0.1
              SEIZE         kanal
              DEPART        ocher1
              ADVANCE       10,2
              RELEASE       kanal
              TRANSFER      ,smal2
smal1                       SAVEVALUE    otk+,1
              TEST L        Pk,1,reset1
reset1                      SAVEVALUE    Pk,1
smal2                       TERMINATE    0
              SAVEVALUE     Pk-,0.1
              GENERATE      1000
              TERMINATE     1
              START         1
```

Блок-схема алгоритма



Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создает отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
PK	0	1.000
OTK	0	146.000

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	100	0.995	9.946	1	239	0	0	0	6

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OCHER1	8	6	106	1	6.083	57.386	57.932	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
WAIT	59.047	18.014		0		

Рисунок 2.7. Результаты отчета разработанной модели

Из данного отчета мы получили следующие результаты:

1. Число отброшенных пакетов: 146;
2. Количество пройденных пакетов: 141;
3. Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;
4. Среднее время обслуживания пакета: 7.047;
5. Максимальная длина очереди: 10;
6. Средняя длина очереди: 9.050;
7. Среднее время в очереди: 60.332.

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившемся окне повторить действия, описанные для первого, загорится с теми же параметрами (Time Range, Max Value…)

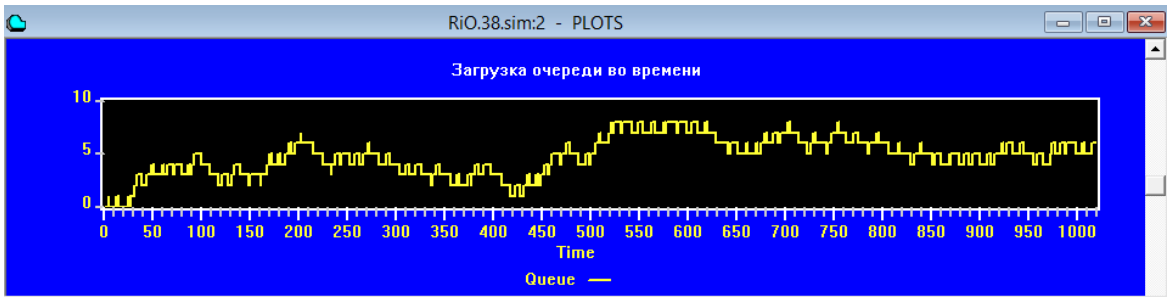


Рисунок 2.8. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившимся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

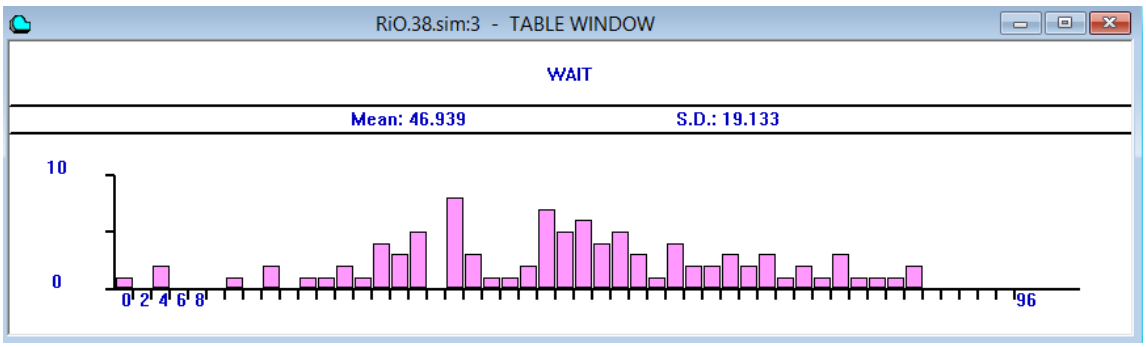


Рисунок 2.9. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

Вывод: при выполнении данной работы были изучены принципы алгоритмов работы программы GPSS. Так же были получены навыки работы с программой GPSS.

Практическое занятие №3

Тема: Исследование характеристик коммутатора OpenFlow сети SDN

Ц е л ь р а б о т ы: получение зависимостей показателей качества обработки заданий коммутатором OpenFlow Switch сети SDN от входной нагрузки

Учебные вопросы:

1.Разработка формализованной модели коммутатора OpenFlow Switch.
2.Разработка программной модели коммутатора OpenFlow Switch.
3.Исследование программной модели коммутатора OpenFlow Switch.
4.Получение зависимостей показателей качества обработки заданий коммутатором OpenFlow Switch сети SDN от входной нагрузки.

Задание

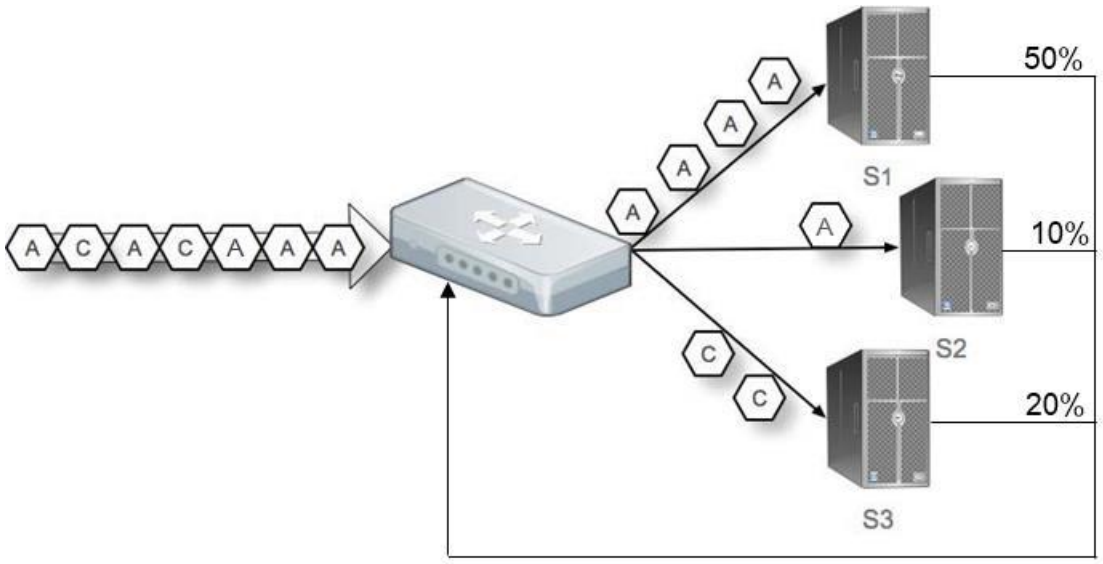
Оперативная память коммутатора OpenFlow Switch. разбита на три раздела с номерами 0,1,2. В каждом разделе находиться по одной программе. Приоритет программы тем выше, чем меньше номер ее раздела. Программы вызываются на выполнение по требованиям пользователей, поступающих в случайные моменты времени.

Программа нулевого раздела вызывается с интервалами длительностью 10±8 с, время ее выполнения в зависимости от обрабатываемых данных равно 3±2 с. Программа первого раздела вызывается через каждые 2 мин и выполняется в течение 30±15 с. Через полчаса после начала поступления требований в нулевой и первый

разделы начинают поступать требования во второй раздел с интервалами по 5±4 мин и обрабатываются 1 мин.

В случае конфликтных ситуаций, когда при поступлении какого-либо требования коммутатор выполняет другое требование, используется дисциплина абсолютных приоритетов.

Смоделировать 1 час описанного процесса. При моделировании подсчитать число обслуженных требований каждого вида.



Телекоммуникационную сеть ЦОД можно представить в виде открытой системы массового обслуживания со следующей совокупностью характеристик:

1) множеством серверов сети $\{N1,N\ 2\ ,...,Nj\}$, которые образуют кластер, где j=1,N;

2) интенсивностью входящего потока $\lambda i(i$=1,$M)$, где i – класс запроса, $\lambda i*(k)$ – прогнозируемое количество запросов i-го класса на k-ом шаге;

3) матрицей распределения запросов $X(k)$=[xij], (i=1,M; j=1,N), где xij – доля $\lambda i*(k)$-х запросов, которые обрабатываются на j-ом сервере;

4) законами распределения времени обслуживания $F1(t)$,$F\ 2\ (t)$,...,$Fj(t)$ и дисциплинами обслуживания запросов на серверах;

5) длиной очереди на серверах Qj.

Запросы описываются вектором:

v=(t,i,j,zij,$mresource_i$),

где t – время поступления запроса к контроллеру, i – класс запроса, j – номер сервера,

который обрабатывает запрос, zij– загруженность j-го сервера (создается i-м классом запросов), $mresource_i$ – количество обращений i-го запроса к ресурсу, который обрабатывает.

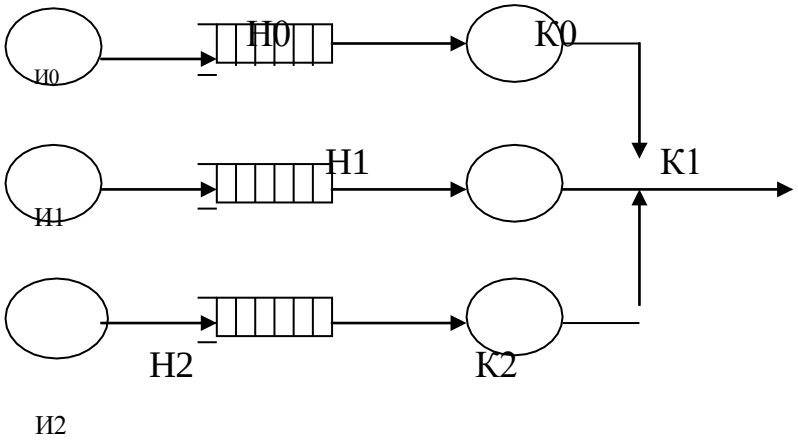
Как только входящий поток будет создавать нагрузки, которые будут превышать максимальную загруженность сервера, то есть не будет выполняться условие (2), то на сервере будут возни-кать очереди и связанные с ними задержки:

Uj>Ujmax,

где UJ max – максимальная загруженность сервера.Рассматриваемая система состоит из группы серверов, коммутатора OpenFlowSwitch и контроллера.

Разработка Q-схемы

Q – схема коммутатора включает три источника, три накопителя и три канала. Данная схема является однофазной и трехканальной .



Накопители имитируют разделы памяти коммутатора, их емкости равны единице, так как в каждом разделе хранится по одной программе. Источники И0,И1 и И2 имитируют поступление программ из памяти, а их интенсивности соответственно равны λ0=10±8 с, λ1=120 с,

λ2=300±240 с. Имеются три канала для обработки данных программ для каждого раздела. Интенсивность обработки каналов соответственно равны:

μ0=3±2 с, μ1=30±15 с, μ2=120 с.

1. ***Разработка программы на языке GPSS/PC***

```
10        SIMULATE
* модель нулевого раздела
```

```
20          GENERATE     10,8,,,2
30          SAVEVALUE    1+,1           подсчет требований
40          PREEMPT      PROC,PR        захват процессора
50          ADVANCE      3,2
60          RETURN       PROC             освобождение процессора
70          SAVEVALUE    2+,1
80        TERMINATE
* модель первого раздела
90          GENERATE     120,,,,2
100         SAVEVALUE    3+,1
110         PREEMPT      PROC,PR
120         ADVANCE      30,15
130         RETURN       PROC
140         SAVEVALUE    4+,1
150       TERMINATE
* модель второго раздела
160         GENERATE     300,240,1800
170         SAVEVALUE    5+,1
180         PREEMPT      PROC,PR
190         ADVANCE      60
200         RETURN       PROC
210         SAVEVALUE    6+,1
220       TERMINATE
* таймер
230         GENERATE     3600
240         TERMINATE    1
250         START        1
260         END
```

2.Исследование программной модели, анализ выходной статистики .

Проанализируем выходную статистику выше смоделированной задачи, при заданных условиях моделирования.

За время моделирования было обработано 390 программ, коммутатор использовался 398 раз. При этом всего лишь 64,2% периода моделирования коммутатор был занят. Среднее время занятости коммутатора одной программой равно 5,81 с.

Для нулевого раздела:

- число поступивших требований равно 361 ;
- число обслуженных требований 361.

Для первого раздела:

- число поступивших требований равно 30 ;
- число обслуженных требований 29.

Для второго раздела:

- число поступивших требований равно 7 ;
- число обслуженных требований 6.

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 39560) 03-05-2001 18:28:58 page 1

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMORY
0	3600	23	1	0	16320

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
20	1	GENERATE	361	0	0
30	2	SAVEVALUE	361	0	0
40	3	PREEMPT	361	0	0
50	4	ADVANCE	361	0	0
60	5	RETURN	361	0	0
70	6	SAVEVALUE	361	0	0
80	7	TERMINATE	361	0	0
90	8	GENERATE	30	0	0
100	9	SAVEVALUE	30	0	0
110	10	PREEMPT	30	0	0
120	11	ADVANCE	30	1	0
130	12	RETURN	29	0	0
140	13	SAVEVALUE	29	0	0
150	14	TERMINATE	29	0	0
160	15	GENERATE	7	0	0
170	16	SAVEVALUE	7	0	0
180	17	PREEMPT	7	0	0
190	18	ADVANCE	7	1	0
200	19	RETURN	6	0	0
210	20	SAVEVALUE	6	0	0
220	21	TERMINATE	6	0	0
230	22	GENERATE	1	0	0
240	23	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROC	398	0.642	5.81	1	390	0	1	0	0

SAVEVALUE	VALUE	RETRY
1	+361	0
2	+361	0
3	+30	0
4	+29	0
5	+7	0
6	+6	0

При многократном прогоне модели для различных интенсивностей поступления требований и времен обработки программ определим зависимости:

- зависимость вероятности занятости коммутатора от интенсивностей поступления требований;
- зависимость вероятности занятости коммутатора от интенсивности обработки программ.

П о лученные данные приведены в таблицах (табл.1. и табл.2.).

Таблица 1

Вероятность занятости коммутатора	Время поступления требования из 0-го раздела, с	Время поступления требования из 1-го раздела, с	Время поступления требования из 2-го раздела, с
0,642	10±8	120	300±240
0,986	5	60	150
0,306	20	240	600
0,459	10	240	600
0,603	10	120	600
0,746	10	120	150

Из таблицы 1 видно, что максимальная вероятность занятости процессора равна 0,986, но при этом будет большое число отказов. Оптимальное решение данной задачи –

- вероятность занятости процессора –0,746
- время поступления требований
  из 0-го раздела 10 с,

  из 1-го –120 с,
  из 2-го 150 с.

При данном оптимальном решении число требований
для нулевого раздела:

- поступивших равно 360 ;
- обслуженных – 359;

для первого раздела:

- поступивших - 30 ;
- обслуженных – 29;

для второго раздела:

- поступивших -13;
- обслуженных -12.

Таблица2

Вероятность занятости процессора	Интенсивность обработки требований из 0-го раздела, с	Интенсивность обработки требований из 1-го раздела, с	Интенсивность обработки требований из 2-го раздела, с
0,642	3±2	30±15	60
0,480	3	10	50
0,871	6	20	120
0,991	10	20	120
0,996	20	20	120
0,996	20	30	120

Оптимальная вероятность занятости процессора равна 0,871, так как при данном решении задачи и вероятность занятости сравнительно велика, и число отказов низкое .

- вероятность занятости процессора –0,871
- интенсивность обработки требований
  из 0-го раздела 6 с,

  из 1-го –20 с,
  из 2-го 120 с.

При данном решении число требований
для нулевого раздела:

- поступивших равно 369 ;
- обслуженных – 366;

для первого раздела:

- поступивших - 30 ;
- обслуженных – 29;

для второго раздела:

- поступивших -8;
- обслуженных -3.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическими указаниями по выполнению данной лабораторной работы.
2. Получить вариант задания.
3. Составить программу на языке GPSS/PC.
4. Провести имитационные эксперименты на ПЭВМ.
5. Составить отчет.

Отчет о работе должен содержать:

- задание и исходные данные по заданному варианту лабораторной работы;
- Q-схему задачи и текст программы;
- окончательные результаты и выводы по результатам моделирования.

Варианты задания

1.

2. В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания осуществляется через 50±30 сек. После запуска задания оно требует для своего выполнения 100±50 сек. времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение задач более низкого приоритета. Смоделировать процесс работы системы в течение 3 часов.

3. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 9±3 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 200±50 с. Если сбои происходят во время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 23±7 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 9±4 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону

4. На вычислительном центре в обработку принимается три класса заданий А , В и С. Исходя из приоритетов задания классов А и В могут решаться одновременно (они имеют одинаковые приоритеты, приоритет заданий класса С ниже). Задания класса А поступают через 20±5 мин, класса В- 20±10 мин и класса С- через 30±10 мин и требуют для выполнения: А- 20 мин

,В- 21 мин и С- 28 мин. Смоделировать работу ЭВМ за 10 часов. Все процессы подчинены экспоненциальному закону.

5.На обработку поступает поток заявок с интервалом 10±1 единица времени. Нечетные заявки обрабатываются на первом приборе со временем 15±2 единицы, четные заявки – на втором приборе со временем 17±3 единицы. Смоделировать работу системы при прохождении 100 заявок.

6.Составить программу процесса прохождения заявок , поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 9±1 сек времени. Сообщения могут обрабатываться на одном из двух приборов ; на первом – со временем 5±3 сек, на втором - 7±2 сек. Причем предпочтительнее обработка на первом приборе. Смоделировать процесс прохождения 75 заявок.

7.Пусть в условиях пятого варианта заявки поступают на обработку к первому прибору с вероятностью 0,7 и ко второму прибору с вероятностью 0,3.

Поступление заявок подчинено нормальному закону. Смоделировать работу системы в течение 3 часов.

8. На обработку поступает два типа заявок. Заявки первого типа через каждые 10±5сек,второго через каждые 30±10 сек. При этом заявки второго типа обслуживаются вне очереди. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону и равно в среднем для заявок первого типа 8 сек, а для второго типа 12 сек. Промоделировать работу объекта за 2 часа.

9.На обработку в вычислительный центр прибывают заявки двух видов. Время прихода заявок первого вида распределено в интервале 10±5мин, заявок второго вида -5±2 мин. Время затрачиваемое на обслуживание равно соответственно ,8±3 и 5±1 мин. Заявки первого типа обслуживаются вне очереди. Смоделировать работу вычислительного центра в течение 10 часов.

10. На обработку поступают два потока заявок с интервалом времени 20±5 сек. На предварительную обработку заявок первого потока затрачивается 4±1 сек, а заявок второго потока 2±1 сек. Непосредственно обработка заявок производится со временем 7±3 сек. Заявки второго потока при предварительной обработке обслуживаются вне очереди. Все процессы подчиняются равномерному закону. Смоделировать работу системы в течение 7 часов.

11. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 7±1 с. В основном канале происходят сбои через 500 сек. Если они происходят во время передачи, то за 1 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Сообщения поступают через 10±2 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону.

Практическое занятие №4

Тема: Разработка и исследование модели распределения виртуальных ресурсов системы обработки данных

1. ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Применение разработок виртуализации в сложных вычислительных системах выделяется следующими особенностями:

1. Приемлемой ценой оборудования из-за применения серверов виртуализации вместе с тонкими клиентами, позволяющего:

– во много раз уменьшить объем используемого дискового пространства;

– заказчикам приобретать оборудование по более низким ценам.

1. Заметное сокращение энергопотребления. Так как при работе тонкие клиенты меньше расходуют электроэнергию.
2. В настоящее время тонкие клиенты в гораздо дешевле чем раньше.
3. Сейчас тонкие клиенты могут быть установлены на компьютеры более ранних версий это говорит о том, что не обязательно использовать новые дорогостоящие ПК.
4. С использованием виртуализации снижается цена на лицензионное ПО.
5. Сокращается время на обслуживание программного обеспечения.
6. Создание образов на виртуальных машинах, говорит о высокой защищенности от вирусов.
7. Имея под рукой интернет, можно подключиться к рабочему столу из любой точки мира.
8. Работа с виртуальной машиной показывает, что по времени загрузка ОС проходит быстрее.

1.1. Разработка задачи оптимизации

Допустим, что для любого вида виртуальной машины F_i, где $i=1, \ldots, n$, известны ее технические характеристики, то есть количественное содержание в

одном экземпляре данного вида виртуальных машин назначенных компонентов. В таком случае можно изобразить матрицу, состоящую из характеристики видов виртуальных машин:

$$\begin{matrix} & F_1 & \dots & F_n \\ N_1 & a_{1,1} & \cdots & a_{1,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ N_m & a_{m,1} & \cdots & a_{m,n} \end{matrix} \qquad (1)$$

Из ячеек такой таблицы образуется матрица размера m*n, которая будет называться матрицей виртуальных ресурсов. Затем, мы составили распределение мощностей $x^T=(x_1,x_2,\dots,x_n)$ на определенный промежуток времени, для которого известно точное количество пользователей. Другими словами, планируется предоставить каждой группе пользователей сессию:

1) x_1 экземпляров ВМ вида F_1;
1) x_2 экземпляров ВМ вида F_2;
2) ……;
3) x_n экземпляров ВМ вида F_n.

Просто определить, какой размер оперативной памяти и прибора хранения данных, а также значение производительности микропроцессора получит каждая группа пользователей на сессию. Именно характеристика N_1 располагается в этом распределении мощностей в общем количестве:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \qquad (2)$$

Потому что в x_1 экземплярах ВМ типа F_1,исходя из матрицы виртуальных ресурсов, содержится $a_{11}x_2$ единиц характеристик N_1. К этому количеству прибавляется размер $a_{12}x_2$ характеристики N_1 из x_2 экземпляров ВМ вида F_2 и т. д. Так же можно вычислить и число всех остальных характеристик N_i в составленном распределении мощностей $x^T=(x_1,x_2,\dots,x_n)$. Положим, что имеются требования, которые касаются предоставления некого определенного количества каждой из характеристики N_i, где $i = 1, \dots, m$, каждой группе пользователей в заданный срок. Например, общий объем выделяемой оперативной памяти не должен быть меньше требуемого. Выразим такие требования вектором $b^T = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, i компонента которого указывает минимальное требуемое содержание характеристики N_i в распределении мощностей. Отсюда следует, что координаты x_i вектора x^T должны удовлетворять следующей системе ограничений:

$$\begin{array}{c} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \geq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \geq b_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \geq b_m. \end{array} \quad (3)$$

Из постановки задачи видно, что все переменные x_1, x_2, …, x_n положительны. Исходя из этого к ограничениям (3) добавляются неравенства:

$$\begin{array}{c} x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0, \\ \ldots\ldots\ldots \\ x_n \geq 0. \end{array} \quad (4)$$

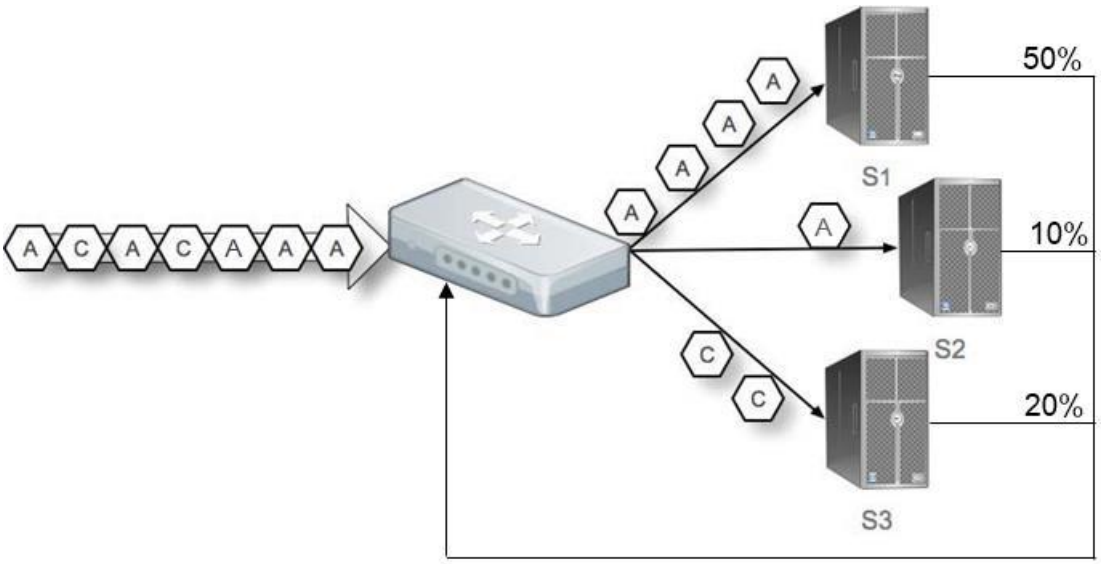
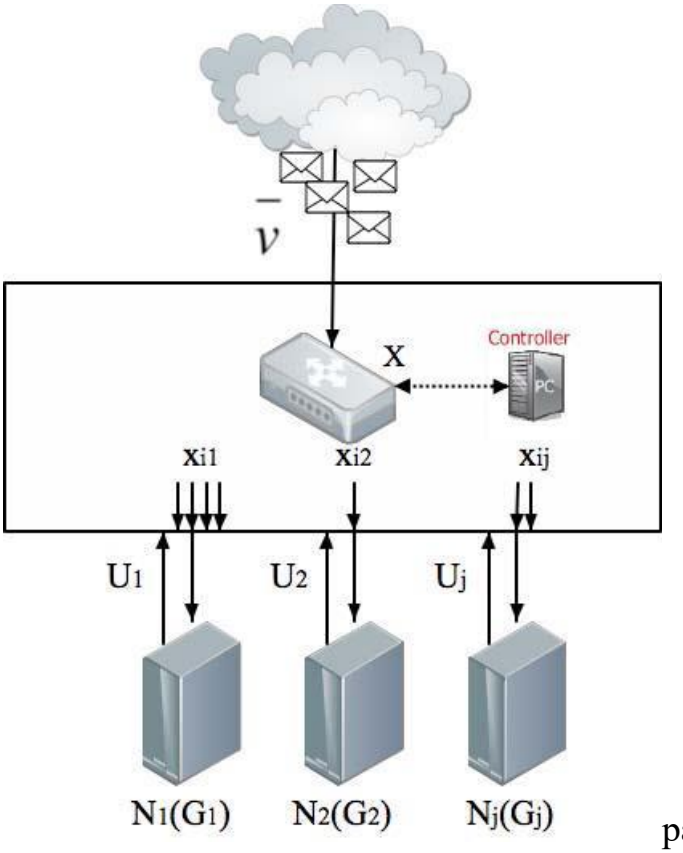


Рисунок 2. Динамическое управление нагрузкой

Понятно, что любое распределение мощностей $x^T = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ обязано удовлетворять условиям (3) и (4). Но таких распределений мощностей может оказаться бесконечно много, в связи с этим для выбора одного из них вводят критерий стоимости – цену набора. Пусть стоимость ВМ типа F_1, F_2, …, F_n равна соответственно c_1, c_2, …, c_n. От сюда следует, что стоимость общего распределения мощностей $x^T = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ можно записать в виде ценовой функции:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \quad (5)$$

Окончательная формулировка задачи о распределении виртуальных ресурсов: среди всех векторов $x^T = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$, которые подходят под ограничения (3) и (4), необходимо выбрать такой вектор, для которого выражение (5) принимает минимальное значение. На этом процесс построение задачи о составлении распределения мощностей окончен. Задачу поиска наиболее экономичного



распределения виртуальных ресурсов кратко выражается в следующей матрично-векторной формой:

$$\begin{gathered} c^T x \to min, \\ A_x \geq b, \\ x \geq 0. \end{gathered} \qquad (6)$$

где A – матрица размерности $m \times n$; b, c, x – векторы-столбцы соответствующей размерности. Выражение реальной задачи в строгой математической форме, позволило применить весь арсенал математических методов для ее решения. Алгоритм управления входным потоком должен распределять запросы по серверам так, чтобы отклонение по загруженности серверов было минимальным.

1.2. Средство Excel «Поиск решения»

Надстройка MS Excel «Поиск решения» позволяет решать широкий круг задач на оптимизацию. «Поиск решения» в Excel позволяет без временных затрат находить оптимальные решения достаточно сложных моделей, не только линейных, без знания алгоритмов и длительных рутинных итераций.

«Поиск решения» — это часть блока задач, который иногда называют анализ «что-если». С помощью процедуры поиска решения можно найти оптимальное значение формулы, содержащейся в ячейке, такая ячейка называется целевой.

Процедура работает с группой ячеек, прямо или косвенно связанных с формулой в целевой ячейке. Чтобы получить в зависимости от формулы, которая содержится в целевой ячейке, заданный результат, процедура изменяет значения во влияющих ячейках. Так же для уменьшения количества значений, которые используются в модели, применяются ограничения. Такие ограничения могут ссылаться на другие влияющие ячейки.

Процедуру поиска решения можно использовать для определения значения влияющей ячейки, соответствующему экстремуму зависимой ячейки.

Надстройка MS Excel «Поиск решения» позволяет получить искомое значение в определенной ячейке, которую называют целевой, путем изменения значений нескольких влияющих ячеек. Кроме того, при поиске решения можно указать дополнительные условия – ввести ограничения на изменение параметров влияющих ячеек. Допускается установка до 200 изменяемых ячеек.

Для выполнения операции «Поиск решения» используется команда меню «Сервис – Поиск решения». Она может отсутствовать в меню сервис. В этом случае нужно в меню Сервис выбрать команду Надстройки и установить в списке включенных надстроек нужный флажок.

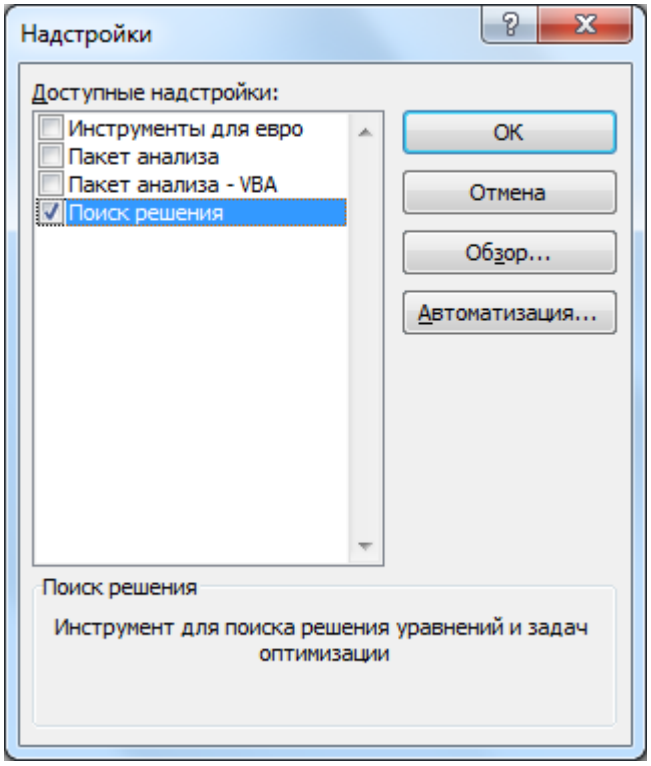


Рисунок 1. Список подключенных надстроек

Надстройки — это специальные средства, которые расширяют вычислительные возможности Excel. Так как подключение надстроек увеличивает нагрузку на вычислительную систему, рекомендуется подключать только те из них, которые необходимы для текущего сеанса работы.

Для выполнения операции «Поиск решения» нужно выполнить команду «Сервис» – «Поиск решения» и в диалоговом окне «Поиск решения» задать значения параметров решения:

– адрес целевой ячейки, в которой будет подбираться значение;

– критерий оптимальности (максимальное или минимальное значение) или значение, которое следует найти;

– адреса изменяемых ячеек; при этом адреса отдельных ячеек или диапазонов разделяются запятыми; кнопка «Предположить» служит для автоматического выделения ячеек, влияющих на целевую;

– ограничения, которые должны учитываться при поиске решения; для ввода нескольких ограничений используется кнопка «Добавить».

Результат выполнения вышеописанных действий можно наблюдать на рисунке 2:

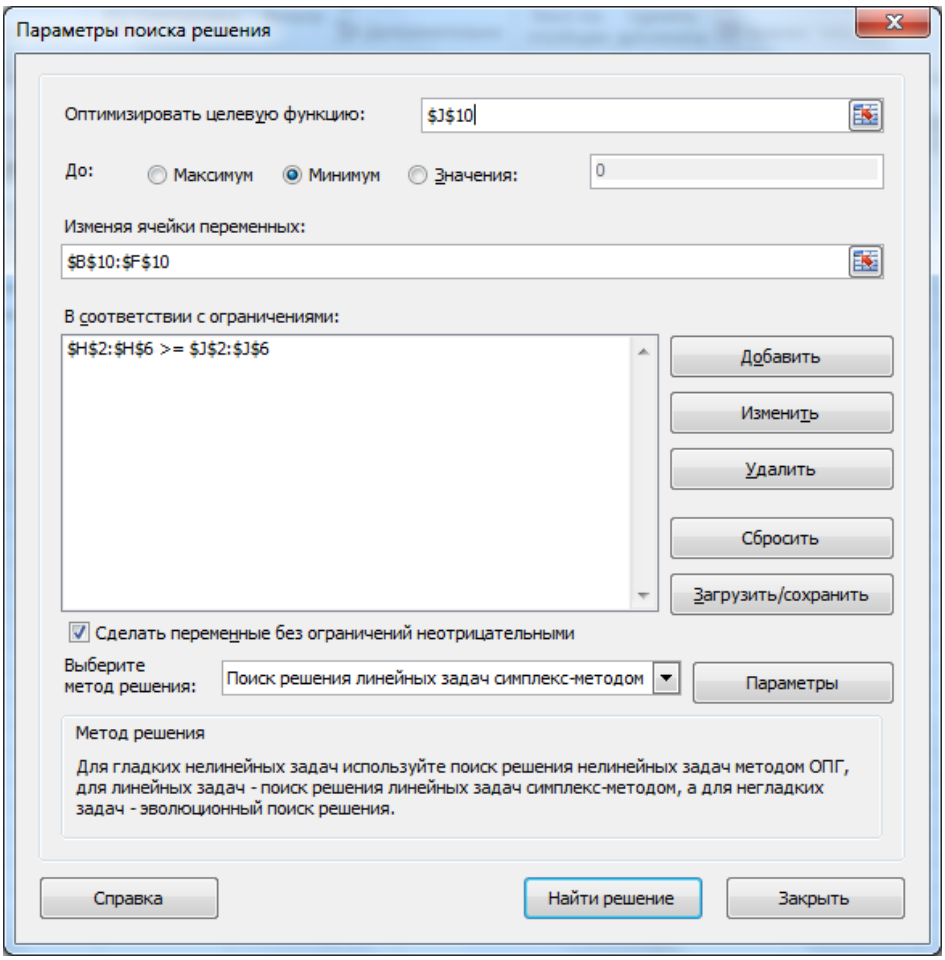


Рисунок 2. Окно параметров надстройки «Поиск решения»

Кликнув на кнопку «Параметры» позволяется изменить параметры поиска: способ поиска решения, время вычислений, точность определения результатов.

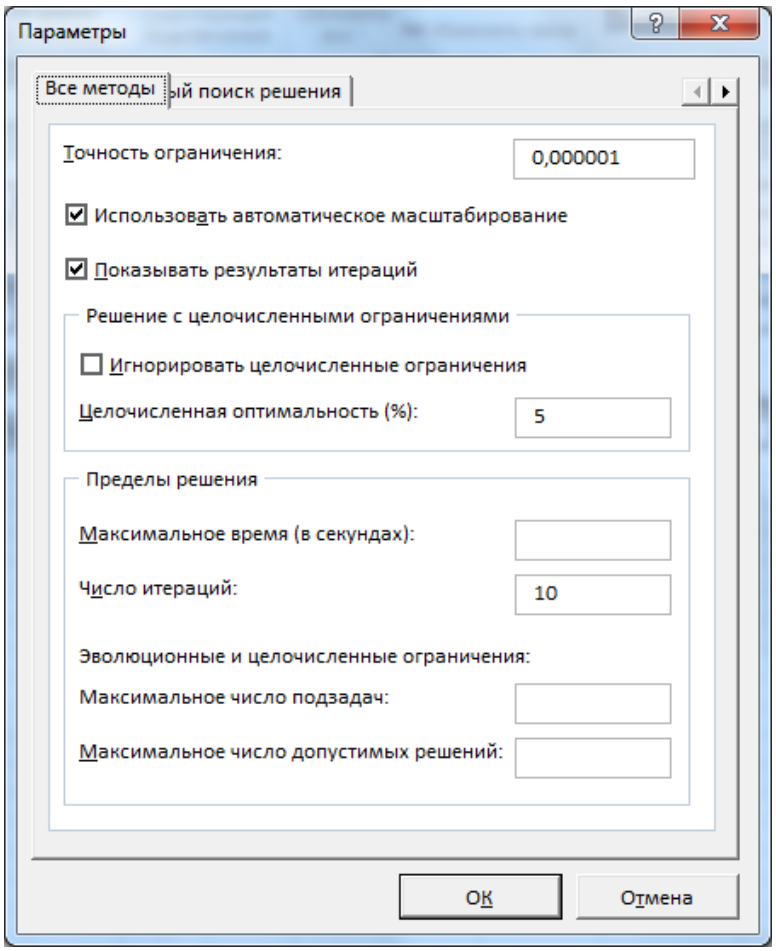


Рисунок 3. Диалоговое окно установки параметров поиска решения

В основном достаточно будет использовать настройки по умолчанию. Это окно позволяет так же сохранить модель поиска или загрузить ранее сохраненную модель.

Когда поиск решения успешно завершается, результаты вычислений заносятся в исходную таблицу, а в окне «Результаты решения» пользователь имеет возможность выбрать следующие варианты:

– сохранить найденной решение в исходной таблице;
– восстановить исходные значения;
– сохранить результаты в виде сценария;
– сформировать отчет по результатам выполнения операции.

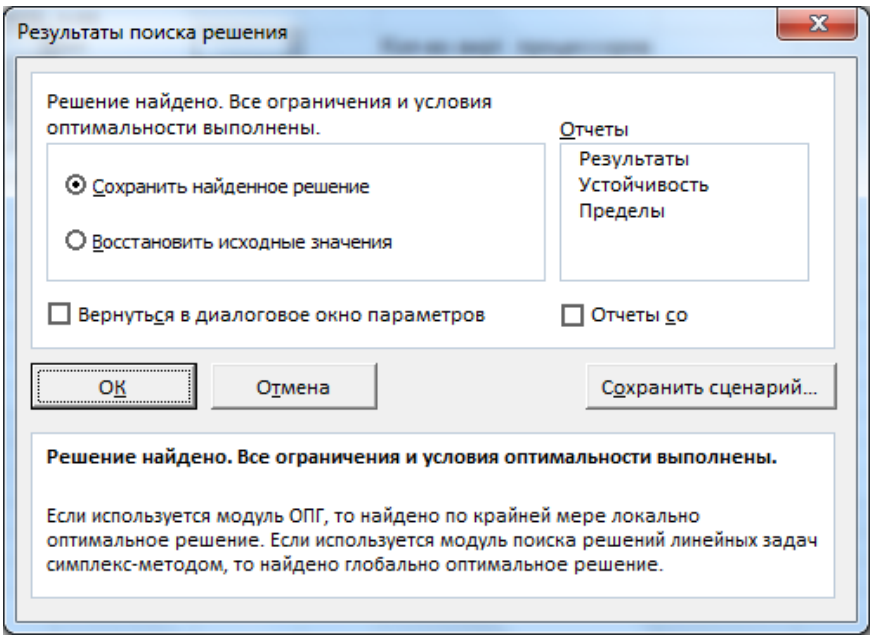


Рисунок 4. Диалог «Результаты поиска решений»

Отчет по результатам поиска создается на отдельном рабочем листе и содержит информацию об исходных и конечных значениях целевой и влияющей ячеек и наложенных ограничениях.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ИХ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ

2.1. Вычисление плана предоставления ресурсов

Используя описанное выше программное средство, вычислим комбинацию ВМ с наименьшей стоимостью, удовлетворяющую системным требованиям приложения, выполняемого в ЦОД, основанном на облачных технологиях. В рассматриваемой системе используется пять типов виртуальных машин (таблица 1), используемых для обеспечения работы конечного множества экземпляров приложения, требующих одинаковых объемов ресурсов.

Таблица 1. Типы виртуальных машин

№	Стоимость в час, $	Название	vCPU (кол-во процессоров)	ECU (производительность	ОЗУ, Гб	Уст-во хранения, Гб	Производительность Сети

				вирт. процессора)			
1	0.209	r3.xlarge	4	13	30.5	80	Средняя(3)
2	0.190	m3.xlarge	4	13	15	80	Высокая(4)
3	0.111	m2.xlarge	2	6,5	17,1	420	Средняя(3)
4	0.146	c3.xlarge	4	14	7,5	80	Средняя(3)
5	0.767	g2.2xlarge	8	26	15	100	Высокая(4)

Здесь vCPU (virtual CPU) – виртуальный процессор, производительность которого измеряется в ECU (EC2 Compute Unit). Согласно информации, один ECU соответствует 1–1,2 ГГц процессора AMD Opteron или Intel Xeon 2007 года производства. Так, про экземпляр ВМ типа r3.xlarge можно сказать, что он содержит 30,5 Гб оперативной памяти, четыре процессора по тринадцать ECU каждый и устройство хранения данных в 80 Гб, при этом его базовая стоимость составляет 0,209 долларов в час. Данные типы ВМ были выбраны из набора экземпляров ВМ, разработанных компанией Amazon EC2 , являющейся одним из лидеров на рынке виртуализации. Обозначим типы ВМ r3.xlarge, m3.xlarge, m2.xlarge, c3.xlarge, g2.2xlarge как F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 соответственно, а технические характеристики ВМ через N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, где N_1 – количество виртуальных процессоров: {4; 4; 2; 4; 8}, N_2 – мера производительности процессора: {13; 13; 6,5; 14; 26}, N_3 – объем оперативной памяти в Гб: {30,5; 15; 17,1; 7,5; 15}, N_4 – устройство хранения данных в Гб: {80; 80; 420; 80; 100}, $N5$ – мера производительности сети, где очень низкая производительность – 1, низкая – 2, средняя – 3, высокая - 4: {3;4;3;3;4}. На основании (1) и введенных обозначений построим матрицу виртуальных ресурсов ЦОД:

$$\begin{array}{c|ccccc} & F_1 & F_2 & F_3 & F_4 & F_5 \\ \hline N_1 & 4 & 4 & 2 & 4 & 8 \\ N_2 & 13 & 13 & 6.5 & 14 & 26 \\ N_3 & 30.5 & 15 & 17.1 & 7.5 & 15 \\ N_4 & 80 & 80 & 420 & 80 & 100 \\ N_5 & 3 & 4 & 3 & 3 & 4 \end{array}$$

Пусть нам известно, что для работы одного экземпляра приложения необходимы следующие минимальные значения технических характеристик: 3 виртуальных процессора производительностью в 8 ECU, 4,096 Гб оперативной памяти, устройство хранения данных объемом 100Гб и средняя производительность сети. Тогда вектор ограничений имеет вид $b^T = (3; 8; 4.096; 100; 3)$ и мы получаем:

$$4x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 8x_5 \geq 3 \qquad (7)$$

$$13x_1 + 13x_2 + 6.5x_3 + 14x_4 + 26x_5 \geq 8,$$
$$30.5x_1 + 15x_2 + 17.1x_3 + 7.5x_4 + 15x_5 \geq 4.096,$$
$$80x_1 + 80x_2 + 420x_3 + 80x_4 + 100x_5 \geq 100,$$
$$3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 4x_5 \geq 3.$$

Из смысла задачи очевидно, что все переменные x_1, x_2, …, x_n неотрицательны. На основании этого к ограничениям (5) добавляются неравенства:

$$\begin{gathered} x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0, \\ \ldots, \\ x_5 \geq 0. \end{gathered} \tag{8}$$

Из табл. можно вывести вектор стоимости ВМ типа F_1, F_2, …, F_5, который записывается следующим образом:

$$c^T = (0.209;\ 0.190;\ 0.111;\ 0.146;\ 0.767). \tag{9}$$

Следовательно, стоимость всего распределения мощностей $x^T = (x_1, x_2, \ldots, x_5)$ может быть записана в виде ценовой функции:

$$0.209x_1 + 0.190x_2 + 0.111x_3 + 0.146x_4 + 0.767x_5 \rightarrow min \tag{10}$$

Задачу поиска наиболее дешевого распределения виртуальных ресурсов можно выразить в следующей матрично-векторной форме:

$$\begin{gathered} 0.209x_1 + 0.190x_2 + 0.111x_3 + 0.146x_4 + 0.767x_5 \rightarrow min \\ 4x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 8x_5 \geq 3 \\ 13x_1 + 13x_2 + 6.5x_3 + 14x_4 + 26x_5 \geq 8, \\ 30.5x_1 + 15x_2 + 17.1x_3 + 7.5x_4 + 15x_5 \geq 4.096, \\ 80x_1 + 80x_2 + 420x_3 + 80x_4 + 100x_5 \geq 100, \\ 3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 4x_5 \geq 3 \\ x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ \ldots,\ x_5 \geq 0. \end{gathered} \tag{11}$$

2.2. Вычисление плана распределения ресурсов

Вычисления системы уравнений (11) производились с помощью надстройки «Поиск решения» в таблице Microsoft Excel.

Для выполнения расчетов требуется повторить следующие этапы:

1. Активировать надстройку пакета MS Excel «Поиск решения».

1.1. Нажать кнопку «Параметры» в меню «Файл».

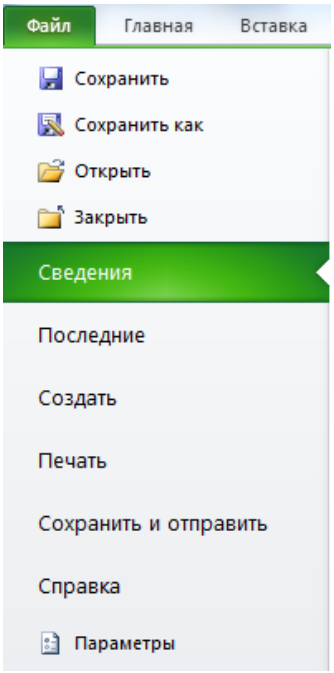


Рисунок 5. Расположение кнопки «Параметры» в пакете MS Excel

1.2. В открывшемся окне «Параметры Excel» выбрать вкладку «Дополнения»:

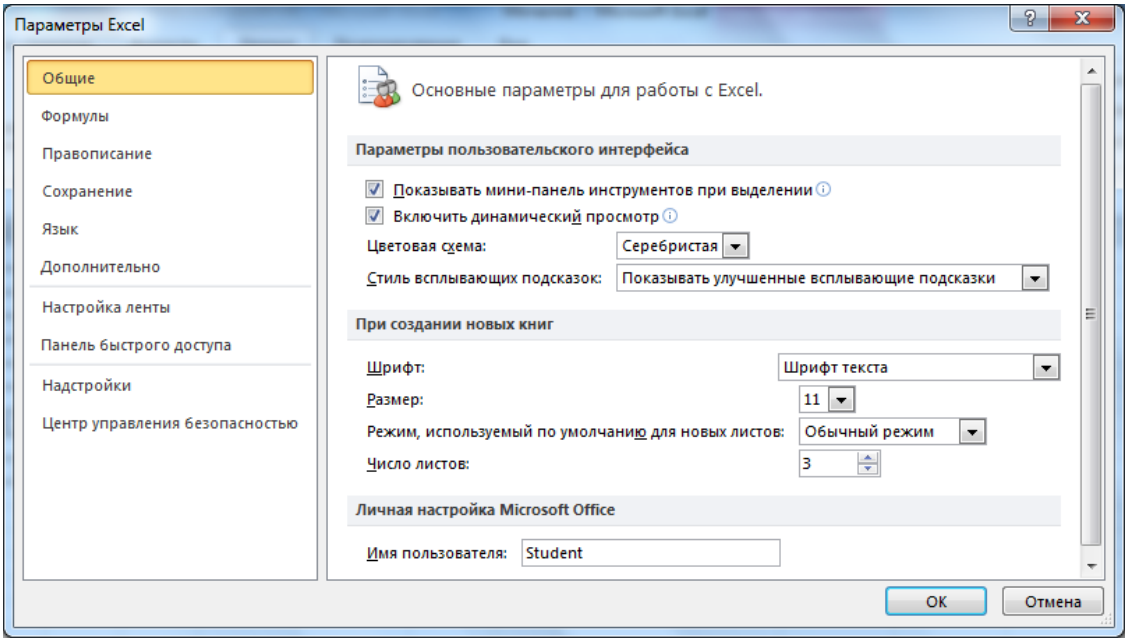


Рисунок 6. Окно «Параметры Excel»

1.3. Выбрать пункт «Поиск решений» из списка доступных дополнений и нажать кнопку «Перейти».

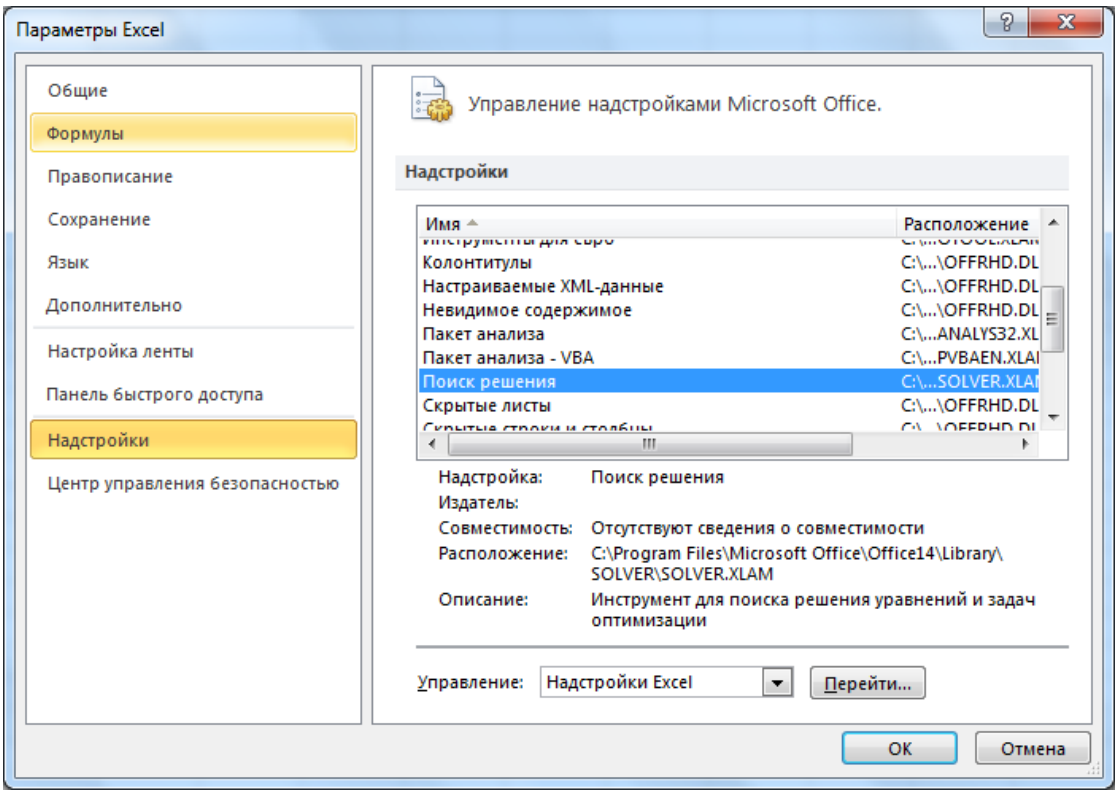


Рисунок 7. Список доступных дополнений в MS Excel

1.4. В открывшемся окне ответить пункт «Поиск решений» и нажать кнопку «ОК».

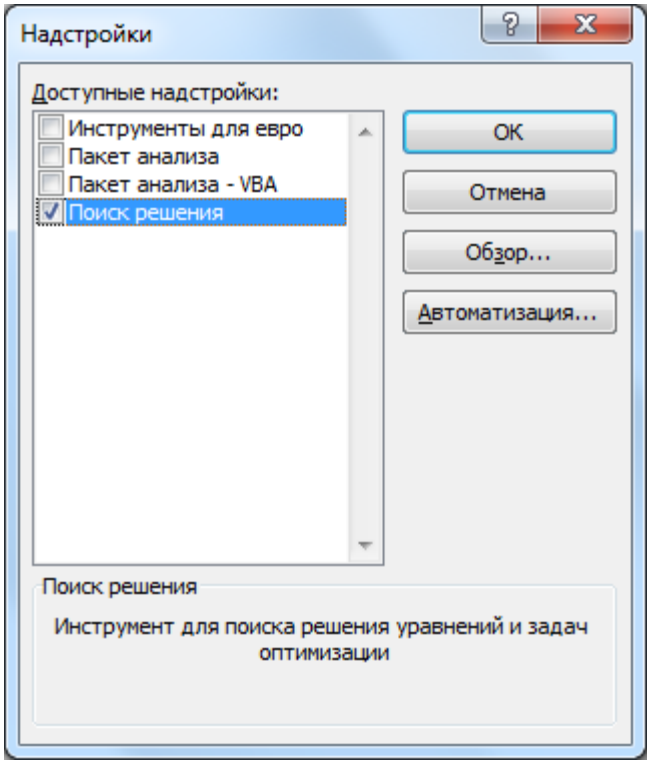


Рисунок 8. Список подключенных надстроек

2. Создать таблицу следующего вида:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		F1	F2	F3	F4	F5		Треб. техн. ч-ки				
2	N1	4	4	2	4	8		3	>=	3		Кол-во вирт. процессоров
3	N2	13	13	6,5	14	26		1,03E+01	>=	10,25		Произв. процессоров
4	N3	30,5	15	17,1	7,5	15		1,23E+01	>=	12,3		Обьем ОЗУ
5	N4	80	80	420	80	100		250	>=	250		Обьем НЖДМ
6	N5	3	4	3	3	4		3	>=	3		Произв. сети
7												
8	Ст-ть	0,209	0,19	0,111	0,146	0,767						
9										Итог. стоим.		
10	X	1,39E-16	0	0,5	0,5	0				0,1285		
11												
12												
13												

Рисунок 9. Структура расчетной таблицы

3. Ввести значения исходных данных в расчетную таблицу. В ячейки диапазона B2:F6 вводятся характеристики F1..F5 виртуальных машин N1..N5. В диапазон ячеек J2:J6 вводятся требуемые приложениям характеристики производительности. В диапазон B8:F8 вводятся стоимости часа использования виртуальных машин N1..N5.

4. Ввести формулы в расчетную таблицу согласно таблице 2:

Таблица 2. Значения ячеек расчетной таблицы

Адрес ячейки	Формула в ячейке
H2	=$B2*$B$10+$C2*$C$10+$D2*$D$10+$E2*$E$10+$F2*$F$10
H3	=$B3*$B$10+$C3*$C$10+$D3*$D$10+$E3*$E$10+$F3*$F$10
H4	=$B4*$B$10+$C4*$C$10+$D4*$D$10+$E4*$E$10+$F4*$F$10
H5	=$B5*$B$10+$C5*$C$10+$D5*$D$10+$E5*$E$10+$F5*$F$10
H6	=$B6*$B$10+$C6*$C$10+$D6*$D$10+$E6*$E$10+$F6*$F$10
J10	=B10*B8 + C10*C8 + D10*D8 + E10*E8+F10*F8

5. Нажат кнопку «Поиск решения» из группы «Анализ» во вкладке «Данные».

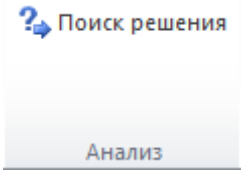


Рисунок 10. Расположение кнопки «Поиск решения» в MS Excel

6. В появившемся окне «Параметры поиска решения» ввести параметры поиска решения согласно рисунку 11, а именно:

— к какому значению будет стремиться полученный результат (минимальное, максимально или просто значение);

— какие ячейки переменных при этом изменяются;

— ограничения;

— метод решения (в данной работе используется «Поиск решения линейных задач симплекс-методом»).

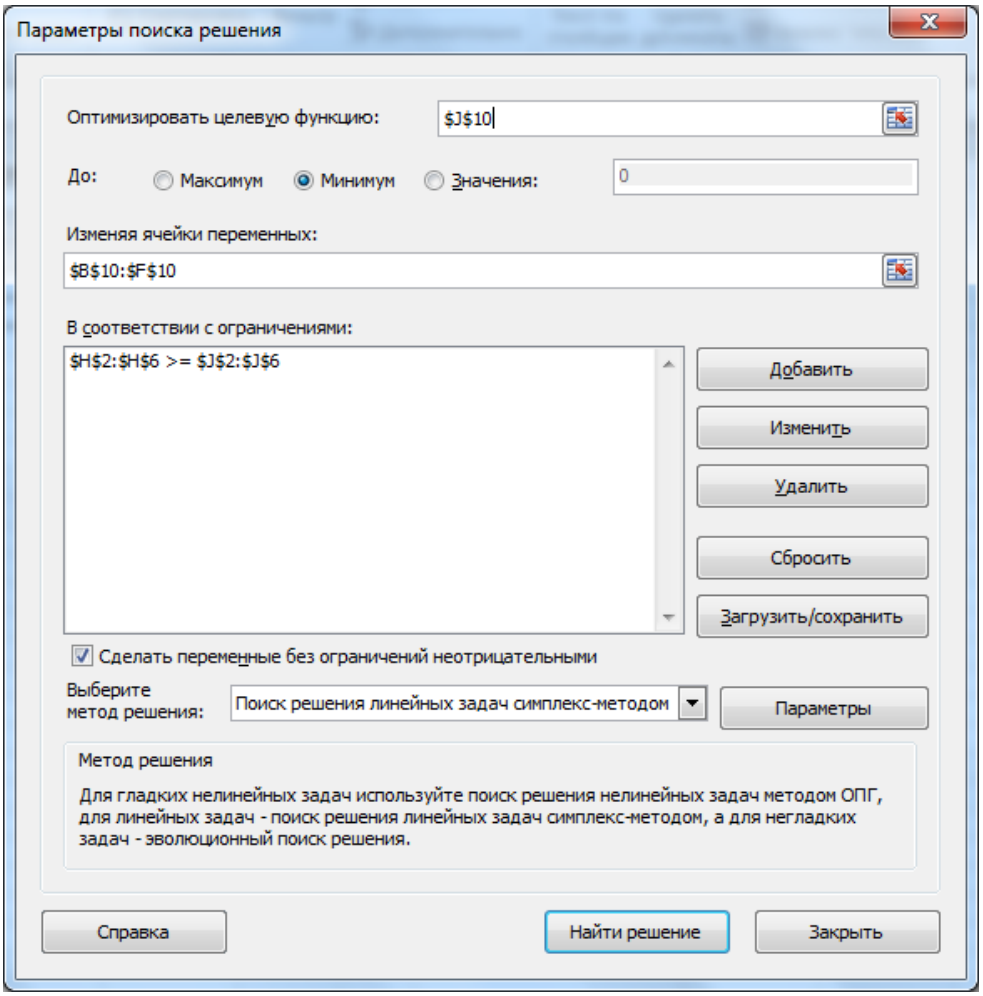


Рисунок 11. Параметры поиска решения.

Также можно ввести более точный поиск решения, для этого нужно кликнуть «Параметры» (Рисунок 12).

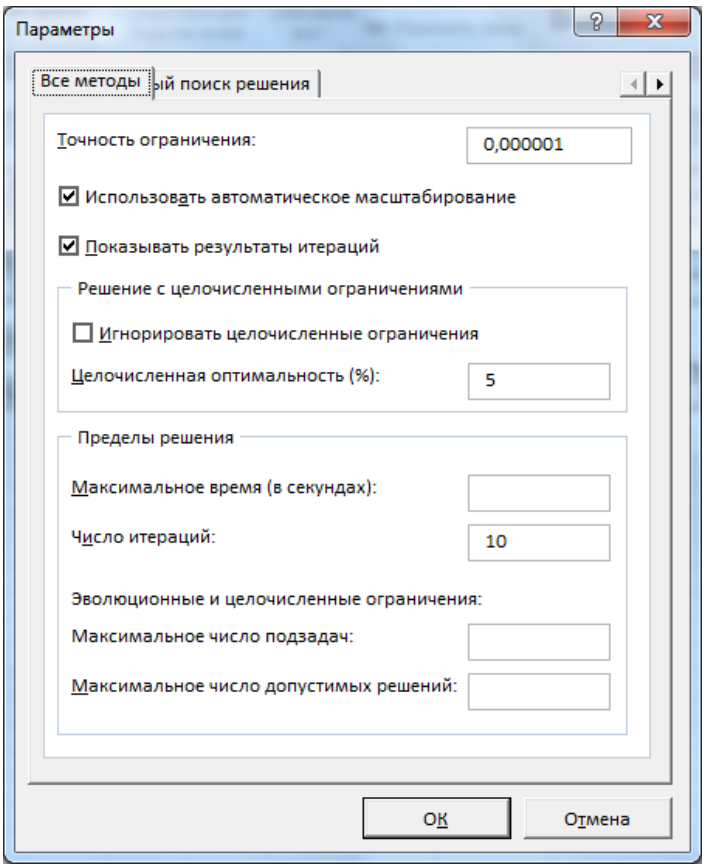


Рисунок 12. Дополнительные параметры поиска решения

Здесь указывается:

1) Точность ограничения (в работе 0,000001);

1) Автоматическое масштабирование (в работе включено, потому что результаты могли существенно различаться);

2) Целочисленная оптимальность показывает, что в работе 5% от целого числа ограничение имеет право быть;

3) Число итераций 10.

7. Запустить решение, нажав кнопку «Найти решение» в окне «Параметры поиска решения». При появлении окна «Показать предварительное решение» нажимайте кнопку «Продолжить».

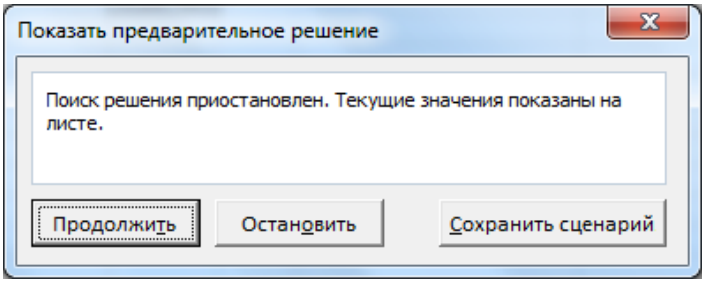


Рисунок 13. Окно предварительных результатов

8. При появлении окна «Результаты поиска решения» сохранить результат. Для этого выбрать вариант «Сохранить найденное решения», нажать на пункты

«Результаты» и подтвердить сохранение нажатием кнопки «ОК», при этом будет создана дополнительная вкладка с результатами.

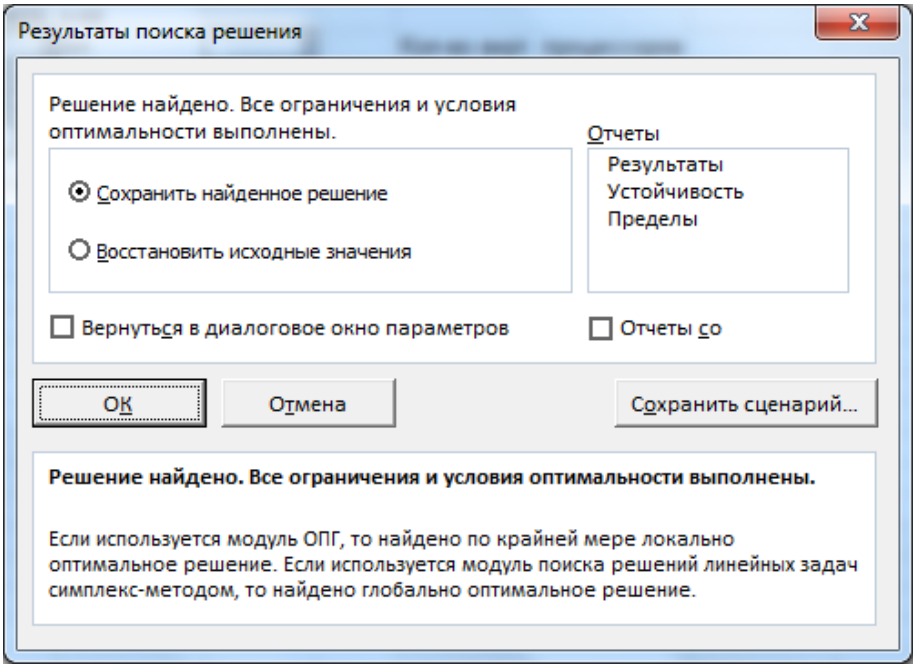


Рисунок 14. Окно результатов поиска решения

Построенную задачу можно отнести к классу задач линейного программирования**,** а поиск ее решения осуществлялся с помощью симплекс-метода. При решении данной задачи для получения оптимального плана в основном симплекс-методе было проведено 9 итераций. Время вычисления оптимального плана с применением программного пакета Microsoft Excel на персональном компьютере с системными параметрами: процессор – Intel CORE i5, 2,5 ГГц, оперативная память – 4 Гб – составило 6.241 секунды (Рисунок 15).

$$x_1 = 0,\ x_2 = 0,\ x_3 = 0.5,\ x_4 = 0.5,\ x_5 = 0,\quad F(x) = 0{,}5\cdot 0{,}111 + 0.5\cdot 0.146 = 0{,}129. \qquad (12)$$

Оптимальный план предоставления виртуальных ресурсов можно записать так:

Microsoft Excel 16.0 Отчет о результатах
Лист: [Таблица Типы ВМ.xlsx]Лист1
Отчет создан: 30.04.2020 19:35:31
Результат: Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.
Модуль поиска решения
Модуль: Поиск решения лин. задач симплекс-методом
Время решения: 6,241 секунд.
Число итераций: 9 Число подзадач: 0
Параметры поиска решения
Максимальное время Без пределов, Число итераций 9, Precision 0,000001, Использовать автоматическое масштабирование, Показывать результаты итераций
Максимальное число подзадач Без пределов, Максимальное число целочисленных решений Без пределов, Целочисленное отклонение 5%, Считать неотрицательными

Ячейка целевой функции (Минимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение
$J$10	ЦФ=	0,1285	0,1285

Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное
$B$10	X F1	0	0	Продолжить
$C$10	X F2	0	0	Продолжить
$D$10	X F3	0,5	0,5	Продолжить
$E$10	X F4	0,5	0,5	Продолжить
$F$10	X F5	0	0	Продолжить

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск
$H$2	N1 Треб. техн.х-ки	3	$H$2<=$J$2	Привязка	0
$H$3	N2 Треб. техн.х-ки	8	$H$3<=$J$3	Без привязки	2,25
$H$4	N3 Треб. техн.х-ки	4,096	$H$4<=$J$4	Без привязки	8,204
$H$5	N4 Треб. техн.х-ки	100	$H$5<=$J$5	Без привязки	150
$H$6	N5 Треб. техн.х-ки	3	$H$6<=$J$6	Привязка	0

Рисунок 15. Результат оптимизации функции стоимости

Полученное решение может говорить о том, что для обеспечения наиболее дешевого предоставления ресурсов, необходимых для работы одного экземпляра приложения, потребуется 0,5 экземпляров ВМ типа 3 и 0,5 экземпляров ВМ типа 4, а минимальная стоимость такого предоставления составит 0,129 долларов в час.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		F1	F2	F3	F4	F5		Треб. техн.х-						
2	N1	4	4	2	4	8		3		3		Кол-во. Вирт. Процесоров		
3	N2	13	13	6,5	14	26		8		10,25		Произв. Процессора		
4	N3	30,5	15	17,1	7,5	15		4,096		12,3		Обьем ОЗУ		
5	N4	80	80	420	80	60		100		250		Объем НЖМД		
6	N5	3	4	3	3	4		3		3		Произв. Сети		
7														
8	Ст-ть	0,209	0,19	0,111	0,146	0,767								
9														
10	X	0	0	0,5	0,5	0			ЦФ=	0,1285				
11														

Рисунок 13. Значение целевой функции после поиска решения задачи симплекс-методом

Наряду с полученным результатом известно, что основные существующие средства виртуализации (например, Windows Azure) используют принцип предоставления каждому экземпляру приложения отдельной ВМ и только после анализа работы выполняемых экземпляров приложений платформа выделяет дополнительные или сокращает неиспользуемые экземпляры ВМ. Данный подход более дорогостоящий в плане использования облачных сервисов.

Из этого можно сделать вывод, что прикладной эффект полученного решения заключается в экономичности использования облачных сервисов за счет того, что количество используемых виртуальных машин сокращается.

Так, при «классическом» подходе для работы 1000 экземпляров виртуального приложения с заданными характеристиками используется 1000 экземпляров виртуальных машин типа g2.2xlarge стоимостью 0,767 долларов в час (таблица), при этом стоимость услуги составит 767 долларов в час. Так как для работы 1000 экземпляров приложения понадобится 100000 Гб для хранения данных, а один ВМ типа g2.2xlarge может обеспечить лишь 100 Гб. Наряду с этим при использовании предложенного алгоритма, с учетом результата, стоимость услуги составит 129 доллара в час, что на 83% сократит стоимость работы 1000 экземпляров приложения.

2.3. Индивидуальная работа

Выполнить оптимизацию системы уравнений согласно варианту с использованием характеристик виртуальных машин из таблицы 3. Каждая ячейка в таблице соответствует набору значений для виртуальных машины N1..N5, соответственно. При выполнении расчетов значения требований приложения и стоимостей 1 часа виртуальных машин оставить неизменными.

Таблица 3. Варианты характеристик виртуальных машин

№ варианта	Технические характеристики, реализуемые виртуальными машинами				
	Количества виртуальных процессоров (N1)	Производительности виртуальных процессоров (N2)	Объемы ОП (N3), Гб	Объемы дисков (N4), Гб	Производительность сети (N5)
1	5 3 4 3 2	6,5 13 13 13 13	2,73 4,57 3,96 3,25 3,76	85 35 80 75 100	4 4 3 4 3
2	3 5 4 5 4	14 6,5 26 14 6,5	3,84 2,73 5,23 4,96 4,73	95 85 100 60 70	3 4 4 3 3
3	2 4 3 2 3	26 26 13 13 13	2,35 5,23 3,25 3,76 4,57	100 100 75 100 35	4 4 4 3 4
4	4 4 3 2 4	6,5 26 13 13 13	4,73 5,23 3,25 3,76 3,96	70 100 75 100 80	3 4 4 3 3
5	3 2 3 5 4	13 13 13 6,5 6,5	3,25 3,76 4,57 2,73 4,73	75 100 35 85 70	4 3 4 4 3
6	2 4 3 4 5	26 6,5 13 26 14	2,35 4,73 4,57 5,23 4,96	100 70 35 100 60	4 3 4 4 3
7	5 5 4 2 4	14 6,5 6,5 13 26	4,96 2,73 4,73 3,76 5,23	60 85 70 100 100	3 4 3 3 4
8	3 5 4 2 4	13 14 26 13 6,5	4,57 4,96 5,23 3,76 4,73	35 60 100 100 70	4 3 4 3 3
9	4 3 2 4 5	13 13 26 26 6,5	3,96 3,25 2,35 5,23 2,73	80 75 100 100 85	3 4 4 4 4
10	3 4 3 3 2	13 6,5 13 14 13	3,25 4,73 4,57 3,84 3,76	75 70 35 95 100	4 3 4 3 3

Практическое занятие №5

Тема: Расчет работоспособности сети

Цель и содержание:

Цель

ОЗНАКОМИТЬ ОБУЧАЕМОГО С ПРАВИЛАМИ РАССЧЕТА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕТИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ОДНОГО ДОМЕНА КОЛЛИЗИЙ И ЗАКРЕПИТЬ НА ПРАКТИКЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ДОМЕНОВ ETHERNET

Содержание

1. Подготовка к лабораторной работе

2. Теоретическое обоснование

1. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Для корректной работы сети Ethernet необходимо соблюдать ограничения, установленные для различных стандартов физического уровня.

Наиболее часто возникают проблемы, связанные с несоответствием длины отдельного сегмента кабеля, а также количеством повторителей в домене коллизий.

Правила «5-4-3» для коаксиальных сетей и «4-х повторителей» для сетей на основе витой пары и оптоволокна оставляют большой «запас прочности» сети.

Например, если посчитать время двойного оборота в сети, состоящей из 4-х повторителей 10Base-5 и 5-ти сегментов максимальный длины 500 м, то окажется, что оно составляет 537 битовых интервала. А так как время передачи кадра минимальной длины, состоящего вместе с преамбулой 72 байт, равно 575 битовым интервалам, то видно, что разработчики стандарта Ethernet оставили 38 битовых интервала в качестве запаса для надежности. Тем не менее комитет 802.3 говорит, что и 4 дополнительных битовых интервала создают достаточный запас надежности.

Комитет IEEE 802.3 приводит исходные данные о задержках, вносимых повторителями и различными средами передачи данных, для тех специалистов, которые хотят самостоятельно рассчитывать максимальное количество повторителей и максимальную общую длину сети, не довольствуясь теми значениями, которые приведены в правилах «5-4-3» и «4-х хабов».

Такие расчеты полезны для сетей, состоящих из смешанных кабельных систем, например коаксиала и оптоволокна, на которые правила о количестве повторителей не рассчитаны. При этом максимальная длина каждого отдельного физического сегмента должна строго соответствовать стандарту.

Необходимые условия для обеспечения работоспособности сети Ethernet:

- количество станций в сети не более 1024;
- максимальная длина каждого физического сегмента не больше значения, определенного в соответствующем стандарте физического уровня;
- время двойного оборота сигнала (Path Delay Value, PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями сети не более 575 битовых интервала;
- сокращение межкадрового интервала IPG (Path Variability Value, PW) при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше, чем 49 битовых интервала. Так как при отправке кадров конечные узлы обеспечивают начальное межкадровое расстояние в 96 битовых интервала, то после прохождения повторителя оно должно быть не меньше, чем 96 - 49 = 47 битовых интервала.

Соблюдение этих требований обеспечивает корректность работы сети даже в случаях, когда нарушаются некоторые правила конфигурирования, определяющие максимальное количество повторителей и общую длину сети в 2500 м.

2. Теоретическое обоснование

Расчет PDV

Для упрощения расчетов обычно используются справочные данные IEEE, содержащие значения задержек распространения сигналов в повторителях, приемопередатчиках и различных физических средах. В таблице приведены данные, необходимые для расчета значения PDV для всех физических стандартов сетей Ethernet. Битовый интервал обозначен как bt.

Тип сегмента	База левого сегмента, bt	База промежуточного сегмента, bt	База правого сегмента, bt	Задержка на 1м, bt	Максимальная длина сегмента, м
10Base-5	11,8	46,5	169,5	0,0866	500
10Base-2	11,8	46,5	169,5	0,1026	185
10Base-T	15,3	42,0	165,5	0,113	100
10Base-FB	-	24,0	-	0,1	2000
10Base-FL	12,3	33,5	156,5	0,1	2000
FOIRL	7,8	29,0	152,0	0,1	1000
AUI(>2м)	0	0	0	0,1026	2+48

Комитет 802.3 старался максимально упростить выполнение расчетов, поэтому данные, приведенные в таблице, включают сразу несколько этапов прохождения сигнала. Например, задержки, вносимые повторителем, состоят из задержки входного трансивера, задержки блока повторения и задержки выходного трансивера. В таблице все эти задержки представлены одной величиной, названной базой сегмента. Чтобы не нужно было два раза складывать задержки, вносимые кабелем, в таблице даются удвоенные величины задержек для каждого типа кабеля.

Левым сегментом называется сегмент, в котором начинается путь сигнала от выхода передатчика (выход T_x) узла - источника.

Правым сегментом называется сегмент, в котором находится вход R_x узла-приемника. Он может являться наиболее удаленным узлом. Именно здесь может произойти столкновение кадров и возникает коллизия.

Промежуточные сегменты - остальные сегменты, через которые проходит сигнал от источника к приемнику.

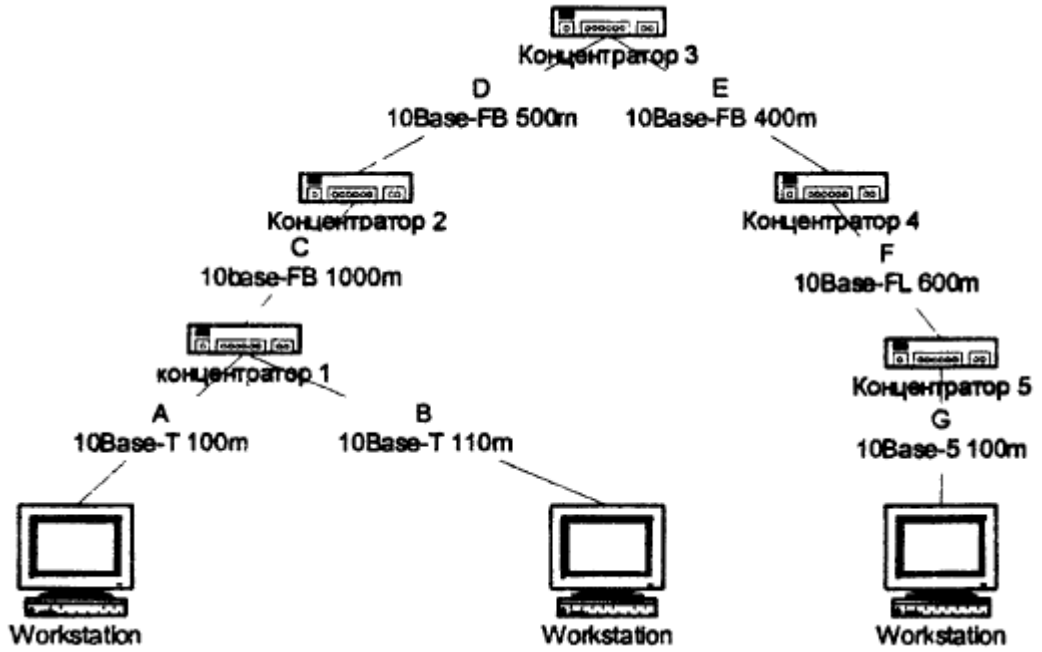
С каждым сегментом связана постоянная задержка, названная базой, которая зависит только от типа сегмента и от положения сегмента на пути сигнала (левый, промежуточный или правый). База правого сегмента, в котором возникает коллизия, намного превышает базу левого и промежуточных сегментов.

Кроме этого, с каждым сегментом связана задержка распространения сигнала вдоль кабеля сегмента, которая зависит от длины сегмента и вычисляется путем умножения времени распространения сигнала по одному метру кабеля (в битовых интервалах) на длину кабеля в метрах.

Расчет заключается в вычислении задержек, вносимых каждым отрезком кабеля (приведенная в таблице задержка сигнала на 1 м кабеля умножается на длину сегмента), а затем суммировании этих задержек с базами левого, промежуточных и правого сегментов.

Общее значение PDVне должно превышать *575.*

Так как левый и правый сегменты имеют различные величины базовой задержки, то в случае различных типов сегментов на удаленных краях сети необходимо выполнить расчеты дважды: один раз принять в качестве левого сегмента сегмент одного типа, а во второй - сегмент другого типа. Результатом можно считать максимальное значение PDV. Рассмотрим пример расчета сети.



Расчет промежуточных сегментов - C, D, E, F.

C = 24,0+0,1*1000=124

D = 24,0+0,1*500=74

E = 24,0+0,1*400=64

F = 33,5+0,1*600=93,5

Суммарная задержка на промежуточных сегментах составит

∑= 124+74+64+93,5=355,5

Первый вариант. Сегменты A и B - левые, G - правый.

A = 15,3+0,113*100=26,6

B = 15,3+0,113*110=27,7

G= 169,5+0,0866*100=178,2

Маршрут ∑ A G=26,6+355,5+178,2=560,3 < 575 - работает.

Маршрут ∑ B G=27,7+355,5+178,2=561,4 < 575 - работает.

Второй вариант. Сегмент G - левый, A и B - правые.

G= 11,8+0,0866*100=20,5

A =165,5 +0,113*100=176,8

B =165,5 +0,113*110=177,9

Маршрут ∑ G A =20,5+355,5+176,8= 552,8 < 575 - работает.

Маршрут ∑ G B =20,5+355,5+177,9= 553,9 < 575 - работает.

Так как значение PDV меньше максимально допустимой величины 575, то эта сеть проходит по критерию времени двойного оборота сигнала несмотря на то, что ее общая длина составляет больше 2500 м, а количество повторителей - больше 4-х.

Расчет PVV

Чтобы признать конфигурацию сети корректной, нужно рассчитать также уменьшение межкадрового интервала повторителями, то есть величину PVV.

Сокращение межкадрового интервала должно быть не больше, чем 49 битовых интервала.

Для расчета PVV можно воспользоваться значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении повторителей различных физических сред, рекомендованными IEEE.

Тип сегмента		Передающий сегмент, bt	Промежуточный сегмент, bt
10Base-5	или	16	11
10Base-2			
10Base-FB		-	2
10Base-FL		10,5	8
10Base-T		10,5	8

В соответствии с этими данными рассчитаем значение PVV для нашего примера.

Первый вариант. Сегменты A и B - левые.

A = 10,5

B = 10,5

C = 2

D = 2

E = 2

F = 8

G = 11

Маршрут ∑ A или B G= 10,5+2+2+2+8+11 = 35,5 < 49 - работает.

Второй вариант. Сегмент G - левый.

G= 16

C = 2

D = 2

E = 2

F = 8

A = 8 , B = 8

Маршрут ∑ G A или B = 16+2+2+2+8+8 = 38 < 49 - работает.

В рассмотренном примере сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам, связанным и с длинами сегментов, и с количеством повторителей, несмотря на то, что в ней используется 5 повторителей и длина сегмента B больше стандартной.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В «Интерактивном курсе лабораторных работ» получить схему.
2. Рассчитать ее PDV и PW по каждому маршруту.
3. Сделать выводы о работоспособности.

Варианты задания

12.
13. В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания осуществляется через 50±30 сек. После запуска задания оно требует для своего выполнения 100±50 сек. времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение задач более низкого приоритета. Смоделировать процесс работы системы в течение 3 часов.
14. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 9±3 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 200±50 с. Если сбои происходят во время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 23±7 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 9±4 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону
15. На вычислительном центре в обработку принимается три класса заданий А , В и С. Исходя из приоритетов задания классов А и В могут решаться одновременно (они имеют одинаковые приоритеты, приоритет заданий класса С ниже). Задания класса А поступают через 20±5 мин, класса В- 20±10 мин и класса С- через 30±10 мин и требуют для выполнения: А- 20 мин

,В- 21 мин и С- 28 мин. Смоделировать работу ЭВМ за 10 часов. Все процессы подчинены экспоненциальному закону.
16. На обработку поступает поток заявок с интервалом 10±1 единица времени. Нечетные заявки обрабатываются на первом приборе со временем 15±2 единицы, четные заявки – на втором приборе со временем 17±3 единицы. Смоделировать работу системы при прохождении 100 заявок.
17. Составить программу процесса прохождения заявок , поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 9±1 сек времени. Сообщения могут обрабатываться на одном из двух приборов ; на первом – со временем 5±3 сек, на втором - 7±2 сек. Причем предпочтительнее обработка на первом приборе. Смоделировать процесс прохождения 75 заявок.

18. Пусть в условиях пятого варианта заявки поступают на обработку к первому прибору с вероятностью 0,7 и ко второму прибору с вероятностью 0,3.

оступление заявок подчинено нормальному закону. Смоделировать работу системы в течение 3 часов.

19. На обработку поступает два типа заявок. Заявки первого типа через каждые 10±5сек,второго через каждые 30±10 сек. При этом заявки второго типа обслуживаются вне очереди. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону и равно в среднем для заявок первого типа 8 сек, а для второго типа 12 сек. Промоделировать работу объекта за 2 часа.

20. На обработку в вычислительный центр прибывают заявки двух видов. Время прихода заявок первого вида распределено в интервале 10±5мин, заявок второго вида -5±2 мин. Время затрачиваемое на обслуживание равно соответственно ,8±3 и 5±1 мин. Заявки первого типа обслуживаются вне очереди. Смоделировать работу вычислительного центра в течение 10 часов.

21. На обработку поступают два потока заявок с интервалом времени 20±5 сек. На предварительную обработку заявок первого потока затрачивается 4±1 сек, а заявок второго потока 2±1 сек. Непосредственно обработка заявок производится со временем 7±3 сек. Заявки второго потока при предварительной обработке обслуживаются вне очереди. Все процессы подчиняются равномерному закону. Смоделировать работу системы в течение 7 часов.

22. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 7±1 с. В основном канале происходят сбои через 500 сек. Если они происходят во время передачи, то за 1 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Сообщения поступают через 10±2 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону.

1 Лабораторная работа № 2. Анализ параметров трафика сети передачи данных

1.1 Цель работы и изучаемы вопросы

Цель работы: изучение свойств трафика в сети передачи данных, параметров трафика, характеристик потоков трафика, методов измерений и анализа параметров трафика и качества обслуживания.

Изучаемые вопросы:

1. Трафик сетей передачи данных (услуги связи, особенности трафика различных услуг связи, параметры трафика – интенсивность трафика, интенсивность пакетов, длины пакетов данных).
2. Методы анализа свойств трафика (измерения, план проведения измерений, объем выборки, контроль данных измерений, анализ данных, представление результатов измерений).
3. Потоковые характеристики трафика (распределение числа пакетов данных, распределение интервалов времени между пакетами, распределение длины пакета – методы измерения и анализа).
4. Математические модели трафика (простейший поток, другие виды потоков, самоподобные потоки, понятие фрактального трафика – параметр Херста).
5. Методы анализа качества обслуживания (измерения задержки, коэффициента потерь – методы проведения измерений и анализа результатов).

1.2 Подготовка к работе

Изучить теоретический материал из рекомендованной литературы и учебного пособия «Проектирование телекоммуникационных систем и сетей. Раздел Коммутируемые сети связи. Расчет параметров сетей связи и анализ трафика» по вопросам, рассматриваемым в работе:

1. Трафик сети передачи данных.
2. Методы анализа свойств трафика.
3. Потоковые характеристики трафика.
4. Математические модели трафика.
5. Методы анализа качества обслуживания.

1.3 Задание на самостоятельную работу

1. Выбрать исследуемую услугу согласно заданию (варианту).
2. Изучить основные характеристики и параметры трафика.
3. Изучить основные методы работы с программным обеспечением, используемым в лабораторной работе (Wireshark, табличный процессор).
4. Изучить методы обработки результатов измерений.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Северо-Кавказский федеральный университет

Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы по учебной дисциплине
Сети будущего поколения
Для студентов направления подготовки 11.04.02
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль: Технологии построения программно-управляемых систем и компьютерных сетей

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1.Введение……..3

2.Общая характеристика самостоятельной работы……4

3.План-график выполнения самостоятельной работы……...5

4.Методические рекомендации по изучению теоретического материала……6

5.Методические материалы для подготовки к зачету с оценкой……13

6.Рекомендуемая литература……15

1. Введение

Методические рекомендации составлены для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Сети будущего поколения»

с учетом современных требований к подготовке специалистов технического ВУЗа в связи с широкой компьютеризацией различных отраслей производства, управления, экономики и образования в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.04.02«Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Цель методических указаний - обратить внимание обучающегося на главное, существенное в изучаемой дисциплине, научить связывать теоретические положения с практикой, научить конкретным методам и приемам выполнения различных учебных заданий дать рекомендации по выполнению всех видов самостоятельной работы, предусмотренной учебным планом и рабочей программой.

Методические указания содержат необходимые рекомендации, источники литературы, необходимые расчеты и перечень индивидуальных заданий. Выпускник, освоивший программу в соответствии с данными видами профессиональной деятельности, готов решать следующие профессиональные задачи:

владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

инсталлировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;

использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.

2.Общая характеристика самостоятельной работы по дисциплине Сети будущего поколения

Подготовка магистров в области перспективных сетей будущего, способных успешно вести научную и практическую деятельность, обеспечивается изучением наиболее общих закономерностей и тенденций развития систем управления и обработки информации при решении конкретных прикладных задач в следующих областях профессиональной деятельности: информация и информационные системы, экономика, энергетика, промышленность, также развитие способностей решения следующих задач:

-осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

-определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

-реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;

-использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;

-инсталлировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;

-владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

-анализировать социально значимые проблемы и процессы, умение использовать на практике методы физико-математических, технических, гуманитарных, экологических, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности;

-проводить моделирование процессов и систем;

-разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений учебного плана Б1.В.ДВ.03.02. Её освоение происходит во 2 семестре.

Связь с предшествующими дисциплинами

Связь с последующими дисциплинами

Управление проектами в профессиональной сфере, Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), Государственный экзамен, Коммерциализация результатов научных исследований и разработок, Преддипломная практика.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу магистратуры в соответствии с данными видами профессиональной деятельности, готов решать следующие профессиональные задачи:
Использовать в профессиональной деятельности основные принципы организации, построения, функционирования и использования аппаратно-программных средств Программно-конфигурируемыых сетей», сетей будущего, умений использования

функциональности облачных платформ Microsoft Windows Azure и NextCloud в прикладных задачах обработки информации, режимов работы основных классов сетей будущего;
использовать основные стандарты в области облачных вычислений, веб-технологий и веб-сервисов; применения сетей будущего для решения прикладных задач;
уметь выбирать и использовать наиболее подходящие методы и программные средства для решения практических задач в области веб-технологий с использование инфраструктуры сетей будущего;
владеть теоретическими основами построения веб-сервисов и облачных систем.

Наименование компетенций

Код	Формулировка:
ПК-2	Способен осуществлять проектирование модернизации информационно-коммуникационной системы.

3.План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реалезуемых копетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
1 семестр						
ИД-1$_{ПК-2}$ Использует принципы функционирования информационно-коммуникационной системы ИД-2$_{ПК2}$ Определяет состояние и перспективы развития информационных и инфокоммуникационных технологий ИД-3$_{ПК-2}$ Определяет архитектуру и принципы функционирования сетевых	Подготовка к практической работе	отчет	Собеседование	76	3	79

аппаратных средств ИД-4$_{ПК-2}$ Использует базовую эталонную модель взаимодействия открытых систем и протоколы всех уровней модели взаимодействия открытых систем ИД-5$_{ПК-2}$ Применяет способы, формы и методы коммерциализации научно-технической продукции						
ИД-6$_{ПК-2}$						
ИД-5$_{ПК3}$						
	Самостоятельное решение задач	решенные задачи	Зачетное задание	16	1	17
			Итого за семестр	108	5.00	108

3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала

В результате изучения дисциплины студент должен знать: программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем, методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.

Рекомендации по организации работы при самостоятельном изучении тем лекционных занятий и подготовке к лабораторным работам

- в день проведения занятий проработать изученный на занятии учебный материал по конспекту. При этом необходимо выделить вопросы, на которые следует обратить большее внимание при дальнейшем изучении текущей темы. После проработки учебного материала необходимо ответить на рекомендуемые контрольные вопросы;

- с целью качественного закрепления изученного материала в последующем следует более детально проработать учебный материал с использованием рекомендованной литературы. Рекомендуется выделить вопросы, требующие более детальной проработки с помощью преподавателя;

- накануне проведения практического занятия рекомендуется закрепить теоретический материал, который вынесен на учебное занятие и уяснить его роль для достижения поставленных целей, подготовить вопросы, требующие уточнения у преподавателя.

Рекомендации по организации работы с литературой

Для овладения, закрепления и систематизации знаний рекомендуется самостоятельная работа с рекомендованной литературой и конспектом лекций. При самостоятельной работе с рекомендованной литературой рекомендуется проводить конспектирование учебного материала, изложенного в рекомендованных источниках.

Конспектирование источников проводится при детальном изучении темы, при этом рекомендуется:

- дополнять конспект лекционного занятия путем его расширения по наиболее важным вопросам, рассмотренным на занятии. Конспектирование источников заключается в дополнении конспекта следующими положениями:

- основные определения и их физический смысл;

- содержание математических моделей и методов;

- основные математические соотношения с раскрытием их физического смысла;

- выводы по учебным вопросам, изучаемой темы занятий.

Контроль этого вида самостоятельной работы осуществляется при защите практических занятий путем проверки преподавателем конспекта лекций и собеседования.

При конспектировании источников исходить из рационального объема, конспектируемого материала. Конспект должен быть кратким и понятным при его использовании после изучения текущей темы.

При конспектировании источников рекомендуется отдельные рисунки, наиболее важные их фрагменты, наиболее важные формулы выделять цветом. При ведении конспекта на занятии рекомендуется заполнять две трети страницы листа тетради по вертикали, а свободную часть использовать при дополнении конспекта, по изучаемому вопросу.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самстоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополни-тельная	Методи-ческая	Интернет-ресурсы
1	проектирование модернизации информационно-коммуникационной системы	1,2	1-3	1,2	1,4,5
2	использует принципы функционирования	2	1-3,4	1,2	2,3

	информационно-коммуникационной системы				
3	состояние и перспективы развития информационных и инфокоммуникационных технологий	1,3	1,2	1,2	2,6,7
4	принципы функционирования сетевых аппаратных средств инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих;	2	1-3	1,2	3,4
5	формы и методы коммерциализации научно-технической продукции	1-3	1,4	1,2	1,2,4
6	общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети;	1-3	1,3	1,2	3,5-7

Конспектирование источников оценивается удовлетворительно и неудовлетворительно. Работа по конспектированию источников оценивается удовлетворительно если:

- конспект имеет достаточный объем детализации по изучаемой теме, обеспечивающий заданный уровень освоения теоретического материала дисциплины;
- конспект оформлен аккуратно, изучаемый материал изложен последовательно в соответствии с порядком изучения дисциплины, содержит обобщающие выводы по каждой теме.

Работа по конспектированию источников оценивается неудовлетворительно, если не выполнены требования на оценку удовлетворительно.

4. Методические указания к практическим занятиям

При проведении практических занятий по дисциплине для достижения базового и повышенного уровней сформированности компетенций необходимо владеть навыками, содержание которых представлено в программе по дисциплине.

4.1. Методические указания при подготовке к практическим

занятиям

Подготовку к рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- уяснить тему и цель, предстоящего занятия;
- изучить теоретический материал в соответствии с темой занятия (рекомендуется использовать рекомендованную литературу, конспект лекций, учебное пособие (практикум по практическим занятиям).

4.2. Методические указания при выполнении практического занятия

При выполнении практического занятия строго соблюдать, установленные правила охраны труда.

При выполнении задания практического занятия рекомендуется:

- уяснить цель, выполняемых заданий и способы их решения;
- задания, выполнять в той последовательности, в которой они указаны в практикуме;
- при выполнении практического задания и изучении теоретического материала использовать помощь преподавателя;
- оформить отчет по практическому занятию;
- ответить на контрольные вопросы.

4.3. Методические указания при подготовке к защите практической работы

- подготовить отчет по практическому занятию;
- уметь обосновать, сделанные выводы;
- закрепить знания теоретического материала по теме занятия (рекомендуется использовать контрольные вопросы);
- знать порядок проведения расчетов (проводимых исследований).

Защита осуществляется путем собеседования с преподавателем. При собеседовании студент представляет на проверку отчет по практическому занятию. Собеседование с студентом, претендующим на оценку «отлично» проводится по вопросам повышенного уровня обученности. Собеседование с студентом , не претендующим на оценку «отлично» проводится по вопросам базового уровня, которые приведены в фонде оценочных средств по дисциплине.

Критерии оценки собеседования:

Оценка «отлично» выставляется, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показана совокупность осознанных знаний по теме дисциплины, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Ответ изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные самостоятельно в процессе ответа. Ситуационная задача по теме решена правильно.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показано умение выделить существенные и

несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные аспирантом с помощью преподавателя. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более одной ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более двух ошибок.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами темы. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа , или ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказался от ответа. Ситуационная задача по теме решена неправильно.

5. Вопросы для собеседования по текущей аттестации

5.1. Вопросы для собеседования

(самостоятельнее изучение тем дисциплины)

Базовый уровень. Вопросы для проверки знаний:

1. Основные понятия и определения программно-конфигурируемых сетей.
2. Объект и предмет исследования.
3. Классификация систем централизованного управления сетями нового поколения.
4. Содержательная постановка задача синтеза программно-управляемых сетей.

5. Классификация сетей нового поколения.

По окончанию изучения дисциплины магистр должен:

Знать теоретические основы и методы теории построения сетей нового поколения.

Уметь использовать теоретические знания по теории построения сетей нового поколения:

- Применять методы управления и обработки информации для решения научных, технических, фундаментальных и прикладных проблем;
- разрабатывать новые методы управления сетями, анализировать, получать знания с помощью самостоятельной работы с печатными источниками;

Владеть способностью к участию в работах по разработке перспективных сетей.

По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

	Раздел (тема) дисциплины	**Реализуемые компетенции**	**Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов(астр./акад.)**				
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные работы**	**Групповые консультации**	**Самостоятельная работа, часов**
1	**Тема 1. Архитектура программно-конфигурируемых сетей SDN.**	ПК-4	1.5/2	3/4			
2	**Тема 2. Облачная обработка данных**	ПК-4	1.5/2	1.5/2			
	ИТОГО за 1 семестр		13.	13.5/18			72/

	Раздел (тема) дисциплины	**Реализуемые компетенции**	**Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов(астр./акад.)**				
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные работы**	**Групповые консультации**	**Самостоятельная работа, часов**
1	**Тема 3. Центры обработки данных SDN.**	ПК-4	1.5/2	3/4			

2	**Теиа 4. Управление потоками данных и маршрутизация в сетях SDN.**	ПК-4	1.5/2	3/4			
	ИТОГО за 2 семестр		13.5/18	13.5/18			72/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине.
Допуск к практическим занятиям происходит при наличии у студентов печатного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.
Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответсвует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Максимальная сумма баллов уменьшается на сумму потерянных баллов за допущенные ошибки и недочеты.
При оценке ответа счет потерянных баллов ведется следующим образом:
 полностью отсутствует ответ – снимаются все баллы по данному вопросу;
 за неполный ответ баллы снимаются пропорционально объему изложенного ма-териала;
 за фрагментарность ответа, отсутствие содержательных связей между отдельными его частями, отсутствие логики в изложении – до 50% баллов;
 за неполное или неправильное определение понятий, категорий, признаков, оснований классификации, ошибки в названиях, неправильное определение субъектов отношений, их правового статуса – до 30% баллов;
 за недочеты (неполная характеристика структурного элемента вопроса при изложении существенного материала, нарушение последовательности изложения и др.) – до 20% баллов.
По окончании устного ответа баллы, начисленные за каждое задание, с учетом от-вета на дополнительные вопросы, суммируются (дробные баллы округляются до целого числа в большую сторону).-
Отчет может быть отправлен на доработку в случа несоответствия полученных расчетных и эксперементальных данных.
Критерии оценивания приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к практическим занятиям	3	2	1 3	1
2	Самостоятельное решение задач	2 3	1 2	1 2 3	1 1

7Методические указания по подготовке к зачету с оценкой

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими занятия по дисциплине, в форме собеседования при сдаче отчетов по лабораторным работам.

На первом этапе подготовки к зачету с оценкой необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмототрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов печатного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.
Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:
– наличие ошибок в отчете, не искажающих сути, рассматриваемого вопроса;

– ответы на вопросы преподавателя не являются исчерпывающими;
– письменный отчет выполнен в небрежной форме.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

– в представленном письменном отчете приведены неправильные расчеты;
– в представленном письменном отчете приведены не обоснованные выводы;
– задание на лабораторное занятие выполнено не полностью.

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы «Подготовка к практическим занятиям» приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Перечень основной литературы:

8.1.1. Зиангирова Л. Ф. - Технологии облачных вычислений: Учебное пособие - Саратов: Вузовское образование, 2021. http://book.itep.ru/. http://sokolov.niits.ru/lectures.htm.

8.1.2. Губарев В.В., Савульчик С.А., Чистяков Н.А. Введение в облачные вычисления и технологии: учебное пособие - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. http://book.itep.ru/ http://sokolov.niits.ru/lectures.htm.

Перечень дополнительной литературы:

8.1.3. Деарт В. Ю. Мультисервисные сети связи. Транспортные сети и сети доступа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ю. Деарт. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 101 с. — 948-5-905376-13-9. — Режим доступа:

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

8.2.1 Конспект лекций по дисциплине «Сети ЭВМ и телекоммуникации» / сост. Линец Г.И.

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Сети ЭВМ и телекоммуникации» / сост. Линец Г.И.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

8.3.1. http://book.itep.ru/.

8.3.2. http://sokolov.niits.ru/lectures.htm

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника для демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

В ходе практических занятий студенты выполняют исследования устройств аналоговой и цифровой схемотехники с использованием программного обеспечения для компьютерного моделирования и промышленных лабораторных установок.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

3 Альт Рабочая станция 10
4 Альт Рабочая станция К
5 Альт «Сервер»
6 Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, научно-исследовательской работы обучающихся (переносной ноутбук, переносной проектор, компьютеры с необходимым программным обеспечением и выходом в интернет).

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения и специальным сетевым оборудованием.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

.