**1. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ**

**1.1. Понятие и виды топологии**

Понятие *топологии* широко используется при создании сетей. Одним из подходов к классификации топологий ЛВС является выделение двух основных классов топологий: широковещательные и последовательные.

В *широковещательных топологиях* ПК передает сигналы, которые могут быть восприняты остальными ПК. К таким топологиям относятся топологии: общая шина, дерево, звезда.

В *последовательных топологиях* информация передается только одному ПК. Примерами таких топологий являются: произвольная (произвольное соединение ПК), кольцо, цепочка.

При выборе оптимальной топологии преследуются три основные цели:

* обеспечение *альтернативной маршрутизации* и максимальной надежности передачи данных;
* выбор *оптимального маршрута* передачи блоков данных;
* предоставление приемлемого *времени ответа* и нужной *пропускной способности*.

При выборе конкретного типа сети важно учитывать ее топологию. Например, в конфигурации сети ArcNet используется одновременно и линейная, и звездообразная топология. Сети Token Ring физически выглядят как звезда, но логически их пакеты передаются по кольцу. Передача данных в сети Ethernet происходит по линейной шине, так что все станции видят сигнал одновременно.

Существуют пять основных топологий:

* *общая шина* (Bus);
* *кольцо* (Ring);
* звезда (Star);
* *древовидная* (Tree);
* *ячеистая* (Mesh).

Также возможны комбинации нескольких различных топологий.

***1.1.1. Топология «общая шина»***

*Общая шина* – это тип сетевой топологии, в которой рабочие станции расположены вдоль одного участка кабеля, называемого *сегментом* (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Топология «общая шина»

Топология «*общая шина*» предполагает использование одного кабеля, к которому подключаются все компьютеры сети. В случае топологии «общая шина» кабель используется всеми станциями по очереди. Для уменьшения зашумленности среды отраженными сигналами, мешающими передаче данных, используют так называемые «***терминаторы***» – специальные резисторы на концах кабеля, предотвращающие появление «отраженной волны».

Все сообщения, посылаемые отдельными компьютерами, принимаются и прослушиваются всеми остальными компьютерами, подключенными к сети. Рабочая станция отбирает адресованные ей сообщения, пользуясь адресной информацией. Надежность здесь выше, так как выход из строя отдельных компьютеров не нарушит работоспособность сети в целом. Поиск неисправности в сети затруднен. Кроме того, так как используется только один кабель, в случае обрыва нарушается работа всей сети.

Примерами использования топологии «общая шина» является сеть 10Base-5 (соединение ПК толстым коаксиальным кабелем) и 10Base-2 (соединение ПК тонким коаксиальным кабелем).

***1.1.2. Кольцевая топология***

«*Кольцо*» – это топология ЛВС, в которой каждая рабочая станция соединена с двумя другими рабочими станциями, образуя кольцо (рис. 1.2). Данные передаются от одной рабочей станции к другой в одном направлении (по кольцу).



Рис. 1.2. Топология «кольцо»

Каждая рабочая станция выполняет роль повторителя, ретранслируя сообщения к следующей рабочей станции, т. е. данные передаются от одного компьютера к другому как по эстафете. Если компьютер получает данные, предназначенные для другого компьютера, он передает их дальше по кольцу, в ином случае они дальше не передаются.

Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации, и в случае выхода из строя хотя бы одной из них, вся сеть парализуется. Подключение новой рабочей станции требует краткосрочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто. Топология «кольцо» имеет хорошо предсказуемое время отклика, определяемое числом рабочих станций.

Чистая кольцевая топология используется редко. Вместо этого кольцевая топология играет транспортную роль в схеме метода доступа. Кольцо описывает логический маршрут, а пакет передается от одной станции к другой, совершая в итоге полный круг.

В сетях *Token Ring* кабельная ветвь из центрального концентратора называется MAU (Multiple Access Unit). MAU имеет внутреннее кольцо, соединяющее все подключенные к нему станции, и используется как альтернативный путь, когда оборван или отсоединен кабель одной рабочей станции. Когда кабель рабочей станции подсоединен к MAU, он просто образует расширение кольца: сигналы поступают к рабочей станции, а затем возвращаются обратно во внутреннее кольцо.

***1.1.3. Топология типа «звезда»***

«*Звезда*» – это топология ЛВС (рис. 1.3), в которой все рабочие станции присоединены к центральному узлу (например, к концентратору), который устанавливает, поддерживает и разрывает связи между рабочими станциями.

Преимуществом такой топологии является возможность простого исключения неисправного узла. Однако, если неисправен центральный узел, вся сеть выходит из строя. В этом случае каждый компьютер через специальный сетевой адаптер подключается отдельным кабелем к объединяющему устройству.



Рис. 1.3. Топология «звезда»

При необходимости можно объединять вместе несколько сетей с топологией «звезда», при этом получаются разветвленные конфигурации сети. В каждой точке ветвления необходимо использовать специальные соединители (распределители, повторители или устройства доступа).

Примером звездообразной топологии является топология *Ethernet* с кабелем типа *витая пара* 10BASE-T, 100BASE-T и т. д. *Центром* «звезды» обычно является *Hub* (*хаб, концентратор*).

Звездообразная топология обеспечивает защиту от разрыва кабеля. Если кабель рабочей станции будет поврежден, это не приведет к выходу из строя всего сегмента сети. Она позволяет также легко диагностировать проблемы подключения, так как каждая рабочая станция имеет свой собственный кабельный сегмент, подключенный к концентратору. Для диагностики достаточно найти разрыв кабеля, который ведет к неработающей станции. Остальная часть сети продолжает нормально работать.

Однако звездообразная топология имеет и недостатки. Во-первых, она требует для организации сети большое количество кабеля. Во-вторых, концентраторы довольно дороги. В-третьих, кабельные концентраторы при большом количестве кабеля трудно обслуживать. Однако в большинстве случаев в такой топологии используется недорогой кабель типа *витая пара*. В некоторых случаях можно даже использовать существующие телефонные кабели. Кроме того, для диагностики и тестирования выгодно собирать все кабельные концы в одном месте. По сравнению с концентраторами *ArcNet* концентраторы Ethernet и MAU Token Ring достаточно дороги. Новые подобные концентраторы включают в себя средства тестирования и диагностики, что делает их еще более дорогими.

***1.1.4. Древовидные топологии***

Кроме трех рассмотренных базовых топологий нередко применяется также сетевая топология «*дерево*» (*tree*), которую можно рассматривать как комбинацию нескольких звезд. Причем, как и в случае «звезды», «дерево» может быть активным или истинным (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Топология «активное дерево»

Также «дерево» может быть пассивным (рис. 1.5). При ***«****активном дереве****»*** в центрах объединения нескольких линий связи находятся центральные компьютеры, а при «*пассивном****»*** – концентраторы (хабы).



Рис. 1.5. Топология «пассивное дерево» (К – концентраторы)

Сетевая топология «*fat tree****»*** (утолщенное дерево) является дешевой и эффективной для [суперкомпьютеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) (рис. 1.6).

В отличие от классической топологии «дерево», в которой все связи между узлами одинаковы, связи в «утолщенном дереве» становятся более широкими (производительными по пропускной способности) с каждым уровнем по мере приближения к корню дерева. Часто используют удвоение пропускной способности на каждом уровне. Сети с топологией «fat tree» являются предпочтительными для построения кластерных межсоединений.



Рис. 1.6. Топология «fat tree»

***1.1.5. Комбинированные топологии***

Довольно часто применяются комбинированные топологии, среди которых наиболее распространены «*звездно-шинная»* (star – bus) (рис. 1.7) и «*звездно-кольцевая»* (star – ring) (рис. 1.8).



Рис. 1.7. Пример «звездно-шинной» топологии



Рис. 1.8. Пример «звездно-кольцевой» топологии

В «звездно – шинной» топологии используется комбинация шины и «пассивной звезды». К концентратору подключаются как отдельные компьютеры, так и целые шинные сегменты. На самом деле реализуется физическая топология шина, включающая все компьютеры сети. В данной топологии может использоваться и несколько концентраторов, соединенных между собой и образующих так называемую магистральную, опорную шину. К каждому из концентраторов при этом подключаются отдельные компьютеры или шинные сегменты. В результате получается «звездно – шинное дерево». Таким образом, пользователь может гибко комбинировать преимущества шинной и звездной топологий, а также легко изменять количество компьютеров, подключенных к сети. С точки зрения распространения информации данная топология равноценна классической шине.

В случае звездно – кольцевой топологии в кольцо объединяются не сами компьютеры, а специальные концентраторы (прямоугольник на рис. 1.8), к которым в свою очередь подключаются компьютеры с помощью звездообразных двойных линий связи. В действительности все компьютеры сети включаются в замкнутое кольцо, так как внутри концентраторов линии связи образуют замкнутый контур. Данная топология дает возможность комбинировать преимущества звездной и кольцевой топологий. Например, концентраторы позволяют собрать в одно место все точки подключения кабелей сети. Если говорить о распространении информации, данная топология равноценна классическому кольцу.

***1.1.6. Ячеистые топологии***

В *сеточной* (*ячеистой*) (mesh) топологии компьютеры связываются между собой не одной, а многими линиями связи, образующими сетку. Выделяют полную (рис. 1.9) и частичную (рис. 1.10) сеточную топологию.



Рис. 1.9. Полная сеточная топология



Рис. 1.10. Частичная сеточная топология

В *полной сеточной топологии* каждый компьютер напрямую связан со всеми остальными компьютерами. В этом случае при увеличении числа компьютеров резко возрастает количество линий связи. Кроме того, любое изменение в конфигурации сети требует внесения изменений в сетевую аппаратуру всех компьютеров, поэтому полная сеточная топология не получила широкого распространения.

*Частичная сеточная* *топология* предполагает прямые связи только для самых активных компьютеров, передающих максимальные объемы информации. Остальные компьютеры соединяются через промежуточные узлы. Сеточная топология позволяет выбирать маршрут для доставки информации от абонента к абоненту, обходя неисправные участки. С одной стороны, это увеличивает надежность сети, с другой же – требует существенного усложнения сетевой аппаратуры, которая должна выбирать маршрут.

В заключение несколько слов о *решетчатой* топологии, в которой узлы образуют регулярную многомерную решетку. При этом каждое ребро решетки параллельно ее оси и соединяет два смежных узла вдоль этой оси.

Одномерная «решетка» – это цепь, соединяющая два внешних узла (имеющие лишь одного соседа) через некоторое количество внутренних (у которых по два соседа – слева и справа). При соединении обоих внешних узлов получается топология «[кольцо](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))». Двух- и трехмерные решетки используются в архитектуре [суперкомпьютеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80). Многомерная решетка, соединенная циклически в более чем одном измерении, называется «[тор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80_(%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C))».

Основным достоинством топологии «решетка» является высокая надежность, а недостатком – сложность реализации.

***1.1.7. Многозначность понятия топологии***

Топология сети указывает не только на физическое расположение компьютеров, как часто считают, но, что гораздо важнее, на характер связей между ними, особенности распространения информации, сигналов по сети. Именно характер связей определяет степень отказоустойчивости сети, требуемую сложность сетевой аппаратуры, наиболее подходящий метод управления обменом, возможные типы сред передачи (каналов связи), допустимый размер сети (длина линий связи и количество абонентов) необходимость электрического согласования и многое другое.

Более того, физическое расположение компьютеров, соединяемых сетью, почти не влияет на выбор топологии. Как бы ни были расположены компьютеры, их можно соединить с помощью любой заранее выбранной топологии (рис. 1.11).

В том случае, если соединяемые компьютеры расположены по контуру круга, они могут соединяться, как звезда или шина. Когда компьютеры расположены вокруг некоего центра, их допустимо соединить с помощью топологий шина или кольцо.

Наконец, когда компьютеры расположены в одну линию, они могут соединяться звездой или кольцом. Другое дело, какова будет требуемая длина кабеля.

Строго говоря, при упоминании о топологии сети, могут подразумеваться четыре совершенно разных понятия, относящихся к различным уровням сетевой архитектуры.

*Физическая топология* – географическая схема расположения компьютеров и прокладки кабелей. В этом смысле, например, «пассивная звезда» ничем не отличается от «активной», поэтому ее нередко называют просто «звездой».



Рис. 1.11. Примеры использования разных топологий для соединения компьютеров

*Логическая топология* – структура связей, характер распространения сигналов по сети. Это наиболее правильное определение топологии.

*Топология управления обменом* – принцип и последовательность передачи права на захват сети между отдельными компьютерами.

*Информационная топология* – направление потоков информации, передаваемой по сети.

Например, сеть с физической и логической топологией «шина» может в качестве метода управления использовать эстафетную передачу права захвата сети (быть в этом смысле «кольцом») и одновременно передавать всю информацию через выделенный компьютер (быть в этом смысле «звездой»). Или сеть с логической топологией «шина» может иметь физическую топологию «звезда» (пассивная) или «дерево» (пассивное).

Сеть с любой физической топологией, логической топологией, топологией управления обменом может считаться «звездой» в смысле информационной топологии, если она построена на основе одного сервера и нескольких клиентов, общающихся только с этим сервером. В данном случае справедливы все рассуждения о низкой *отказоустойчивости* сети к неполадкам центра (сервера). Точно так же любая сеть может быть названа «шиной» в информационном смысле, если она построена из компьютеров, являющихся одновременно как серверами, так и клиентами. Такая сеть будет малочувствительна к отказам отдельных компьютеров.

**1.2. Использование пакета NetCracker для моделирования компьютерных сетей**

Программа NetCracker предназначена для проектирования и моделирования компьютерных сетей. Для проектирования структуры сети программа предоставляет возможность выбора необходимого оборудования из встроенной базы данных, а также добавления в базу данных и конфигурирования нового оборудования различных типов. Пользователь размещает выбранные компоненты на наборном поле, задает структуру и тип связей между ними, определяет тип программного обеспечения и характер трафика между узлами сети. В дальнейшем имеется возможность указать перечень анализируемых характеристик и вид отображения статистической информации и выполнить имитационное моделирование спроектированной сети.

Окно программы с топологией из восьми компьютеров, четырех коммутаторов и двух соединенных маршрутизаторов изображено на рис. 1.12.

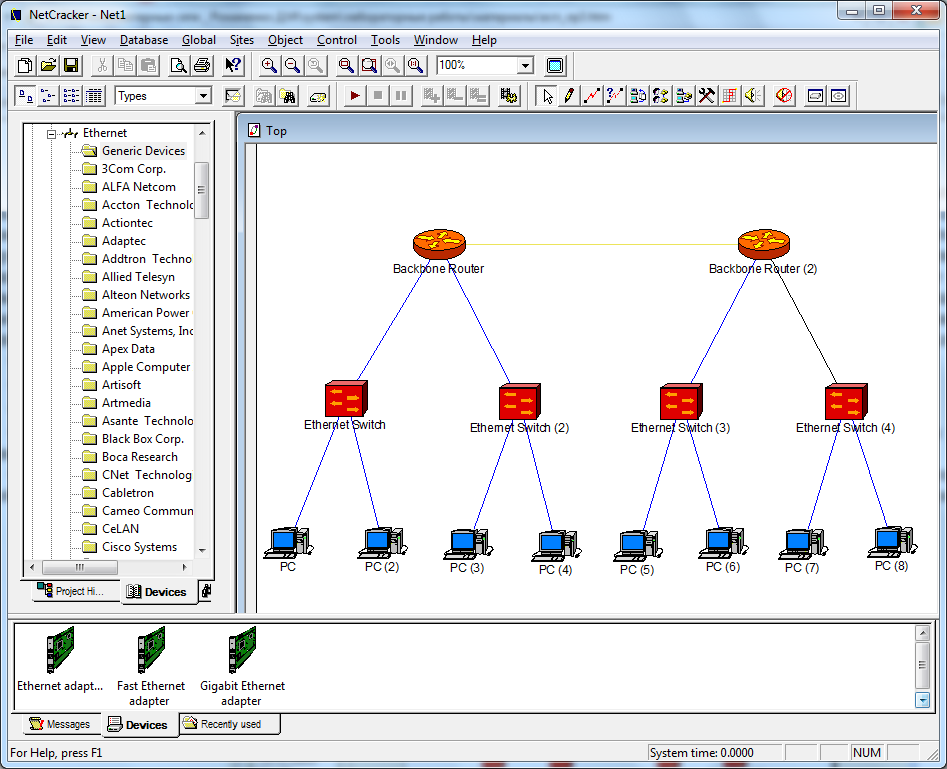


Рис.1.12. Основное окно программы NetCracker

Панель просмотра компонент, имеющихся в базе данных, располагается обычно в левой части окна и включается с помощью команды «*View*»−«*Bars*»−«*Browser Pane*». Панель содержит несколько закладок.

* Закладка «*Project Hierarchy*» предназначена для отображения структуры документов создаваемого проекта сети.
* Закладка «*Devices*» предназначена для отображения базы данных устройств. Список устройств имеет несколько видов отображения:
* «*Types*» (Типы) – устройства в списке группируются по типам. Затем в каждой группе могут выделяться подтипы устройств по функциональным признакам. После этого устройства разделяются по изготовителям.
* «*Vendors*» (Изготовители) – устройства в списке группируются по изготовителям. Затем в каждой группе выделяются подгруппы, соответствующие типу устройств.
* «*User*» (Пользовательские) – устройства, определяемые пользователем. В свою очередь также могут группироваться по типам или изготовителям.
* Закладка «*Compatible Devices*» предназначена для отображения списка совместимых устройств.

В нижней части окна программы обычно располагается панель устройств, которая может быть отображена с помощью команды «*View*»−«*Bars*»−«*Image Pane*». Данная панель предназначена для отображения устройств из выбранной группы.

В правой верхней части главного окна программы располагается основное окно, представляющее собой наборное поле. В нем необходимо размещать используемые компоненты при проектировании структуры сети.

Методика построения компьютерной сети с заданной в пакете NetCracker включает следующие шаги:

1. В окно проекта заносится сетевое оборудование, которое будет использоваться для построения сети. Если необходимо, то в рабочие станции и/или серверы добавляются сетевые адаптеры из списка. Возможно конфигурирование рабочих станций и серверов, которое выполняется при указании на них с нажатием правой кнопкой мыши.

2. В режиме «*Link devices*» соединяются сетевое оборудование и компьютеры.

3. Для того чтобы можно было задать трафик на серверы, обязательно устанавливается соответствующее общее программное обеспечение (ПО) (в списке оборудования выбирается опция «*Network and Enterprise Software*»). Поддержка по умолчанию общим ПО типов трафика приведена в табл. 1.1.

Если выбранное общее ПО не поддерживает конкретный тип трафика, то настройка осуществляется следующим образом:

* кликнуть правой клавишей по серверу в окне проекта;
* выбрать опцию «*Configuration*» в контекстном меню;
* выделить в окне конфигурации установленное на сервер общее ПО и нажать клавишу «*Plug-in Setup*»;
* выбрать вкладку «*Traffic*»;
* установить необходимые флаги типов трафика;
* нажать клавишу «*OK*»;
* закрыть окно конфигурации.

В этом же окне конфигурации, на вкладке «*Server*» можно задать параметры ответа сервера на поступающие запросы.

Таблица 1.1

**Поддерживаемый трафик ПО в пакете NetCracker**

|  |  |
| --- | --- |
| Общее ПО | Поддерживаемый трафик |
| E-mail server | SMTP; POP3 |
| File-server | Fileclient-server |
| SQL-server | SQL |
| FTP-server | FTP |
| Small office database server | Data base client-server; SQL |
| HTTP – server | HTTP |

4. После выбора типа трафика необходимо задать сам трафик между компьютерами. Для этого на панели инструментов надо нажать кнопку «*Set Traffic*», затем поочередно щелкнуть левой кнопкой мыши станцию-клиента и сервер, с которым клиент будет обмениваться данными. Трафик можно также задать и между клиентами. Направление трафика определяется от первого щелчка ко второму. Изменять свойства трафика можно с помощью пункта меню «*Global*» − «*Data Flow*», в том числе добавлять и удалять сетевой трафик.

5. При выборе компьютера или сегмента сети необходимо в соответствии с вариантом задания указать типы отображаемой статистики. Для этого следует выбрать в выпадающем меню пункт «*Statistics*», а в появившемся окне галочками отметить, в каком виде выводить статистику. Статистику можно выводить в виде диаграммы, числа, графика или голосом. Далее нажать «*OK*».

6. В случае, когда при построении сети показываются связи между различными сегментами (например, когда требуется показать связи между зданиями и строение сети внутри здания), следует нажать на правую кнопку мыши, и в выпадающем меню выбрать пункт «*Expand*». После этого можно продолжать рисовать сеть на новом листе.

7. Процесс имитации запускается с помощью кнопки «*Start*». После окончания процесса имитации отчеты выводятся следующим образом: в меню выбирается пункт «*Tools*» − «*Reports*» − «*Wizard*» − «*Statistical*» в зависимости от задания. Отчет можно также получить, не используя услуги мастера, а просто выбрав соответствующий пункт в подменю «*Reports*». Полученный отчет можно распечатать или сохранить в виде файла. Полученный рисунок сети можно вывести на печать, используя меню «*File*» − «*Print*».

**1.3. Лабораторная работа №1**

**Цель**: изучение моделирования компьютерных сетей с заданной топологией для изучения их достоинств и недостатков, а также анализ различных типов трафика в моделируемых сетях, сбор статистики.

**Задание**: Смоделировать в пакете NetCracker сети с топологиями согласно варианту (табл. 1.2). Организовать передачу по сети различных пакетов. Проанализировать статистику передачи пакетов.

Таблица 1.2

**Варианты заданий для лабораторной работы №1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Моделируемые топологии | Количество хостов в сети | Типы трафика |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | кольцевая | 6 | FTP, HTTP, SMTP, POP3 |
| полная сеточная | 6 |
| звездно-кольцевая | 10 |
| активное дерево | 12 |
| 2 | звездообразная | 6 | FTP, HTTP, SMTP, POP3 |
| полная сеточная | 6 |
| звездно-кольцевая | 12 |
| пассивное дерево | 8 |
| 3 | звездообразная | 7 | FTP, HTTP, SMTP, POP3 |
| частичная сеточная | 7 (4 активных хоста) |
| звездно-кольцевая | 10 |
| утолщенное дерево | 16 |
| 4 | кольцевая | 8 | FTP, HTTP, SMTP, POP3 |
| частичная сеточная | 8 (5 активных хостов) |
| звездно-кольцевая | 8 |
| пассивное дерево | 6 |
| 5 | звездообразная | 5 | FTP, HTTP, SMTP, POP3 |
| частичная сеточная | 7 (5 активных хостов) |
| звездно-кольцевая | 8 |
| активное дерево | 10 |