§7.1. Сети 1950-х. Идеи П. Бэрена

Сети начального периода развития иногда представляли собой пару компьютеров, соединенных линиями связи, но чаще – один крупный компьютер, связывающий удаленные узлы. Связь между несколькими компьютерами можно было организовать через телефонную сеть посредством модемов, которые начали появляться в 50- е гг. (коммерческие модели AT&T стали доступны в 1962 г.). Но такая связь была коммутируемой, должна была устанавливаться напрямую между компьютерами, а общепринятые правила обмена (протоколы) отсутствовали. Все это не позволяло организовать большие и надежные сети. События, способствующие развитию компьютерных сетей

* 1957 – запуск спутника в СССР, продемонстрировавший возможность доставки ядерного заряда в любую точку мира. Такое оружие делало уязвимым существующие сети на основе универсальных вычислительных машин, главным недостатком которых являлось то, что при разрушении центрального узла любые соединения становились невозможны.
* 1958 – создание NORAD (North American Aerospace Defense Command, Североамериканское командование по защите воздушного пространства), единого компьютеризированного подземного центра управления в горах Колорадо-Спрингс. Центр должен обеспечивать своевременное оповещение о возможной опасности и обеспечивать управление в критической ситуации.
* 1960-е – создание термоядерных зарядов большой мощности (40– 50 мегатонн), способных разрушать подземные центры управления. Например, т.н. «Царь-бомба» (1961).

Возможность полного разрушения центров управления резко снижало эффективность системы NORAD, не говоря уже об обычных системах на основе универсальных компьютеров. Одним из вариантов решения проблемы неустойчивости сети стало применение децентрализованной структуры.

## **Компьютерные сети 50-х**

### СССР

#### Компьютерные сети систем ПРО (ПВО)

В СССР первые компьютерные сети возникли в ходе развития систем ПРО (ПВО).

* 1955—1960 гг. , ОБП системы «А» — локальная компьютерная сеть на базе ЭВМ М 40, нёсшая службу в комплексе ПРО Система «А» в 1955—1960 годах.
* 1961 г. , Главный командно-вычислительный центр (ГКВЦ) с вычислительным комплексом (Кубинка) и система передачи данных «Кабель» (позже — 5Ц53) — локальная компьютерная сеть системы ПРО А-35.
* 1971 г. , Командно-вычислительный пункт 5К80 с вычислительной системой «Эльбрус» (г. Пушкино, Московская обл.) и «Заря», в г. Балашиха, Московская область) — локальная компьютерная сеть системы ПРО А-135.

#### Компьютерные сети специального назначения

* 1960-е, «Сирена» — специализированные сети передачи данных и систем обработки данных, автоматизированная система управления резервированием мест и билетно-кассовыми операциями авиалиний СССР. Разработана в середине 60-х и запущена в 1972 году.
* 1972, «Экспресс» — специализированные сети передачи данных и систем обработки данных, автоматизированная система управления резервированием мест и билетно-кассовыми операциями железнодорожных сообщений СССР. Эксплуатируется с 1972 года по настоящее время.

#### Проекты советских компьютерных сетей

* 1959, Общегосударственная автоматизированная система учёта и обработки информации (ОГАС) — проект системы автоматизированного управления экономикой СССР, основанной на принципах кибернетики, включающей в себя вычислительную сеть, связывающую центры сбора данных, расположенные во всех регионах страны — «Единую государственную сеть вычислительных центров» (ЕГСВЦ). По разным причинам проект не был реализован, хотя попытки продолжались до 1980-х годов — в 1970-х годах также рассматривался проект «Общегосударственная сеть передачи данных» (ОГСПД) в рамках общесоюзного проекта «Единая автоматизированная сеть связи» (ЕАСС). В 2016 году в США вышла книга об ОГАС «Как не опутать сетью страну: Непростая история советского Интернета» профессора Университета Талсы Бенджамина Питерса. Профессор Гарварда Джонатан Зиттрейн[en] посчитал, что книга «заполнила пробел в истории Интернета, подчеркнув, насколько важны преемственность и открытость для сетевых разработок». Другие рецензенты в связи с этим отметили, что «советские учёные могли опередить США в создании Интернета, но пожалели 20 миллиардов рублей»[5].
* 1960, Интегрированный оборонно-наступательный океаническо-сухопутно-космический комплекс[6][7] — разработка 1960-х гг. в сфере военно-космических технологий коллектива под руководством В. Н. Челомея в ОКБ-52, которая осталась в проекте[8]. Изначально комплекс разрабатывался как новая система противоракетной обороны страны в рамках конкурса на замену экспериментальной системы «А».
* 1978—1992 — Академсеть.

### США

#### Телетайпная сеть

Прообразом цифровой связи был телетайп. Телетайпная сеть только Федерального управления гражданской авиации США в 1938 году превысила 21 тыс. миль, охватив почти все штаты[11]. С появлением компьютеров телетайпные аппараты присоединялись к ЭВМ и могли использоваться в качестве терминалов. Соответствующие каналы связи использовались крупными корпорациями, государственными ведомствами и в военных системах.

#### Разработка концепции глобальной сети

Американской исследовательской программой в направлении быстрой передачи сообщений руководил Джозеф Ликлайдер, опубликовавший в 1962 году работу «Galactic Network». Благодаря ему появилась первая детально разработанная концепция компьютерной сети. Она была подкреплена работами Леонарда Клейнрока — он описал технологию, способную разбивать файлы на части и передавать их различными путями через сеть (1961—1964).

[В 1962 году Пол Бэран из RAND Corporation подготовил доклад «On Distributed Communication Networks». В его предложении сеть напоминала рыбацкий невод. Все узлы наделены способностью маршрутизировать трафик, каждый из них связан с несколькими другими узлами. Он предложил децентрализовать систему узлов связи (все региональные узлы связи в сети равноправны), которая даже при разрушении её части будет работоспособна. Предлагалось передавать сообщения в цифровом, а не в аналоговом виде. Само сообщение предлагалось разбивать на небольшие порции — «пакеты», и передавать по распределённой сети все пакеты одновременно. Из принятых в месте назначения дискретных пакетов сообщение заново «собиралось».

Параллельно в Англии Дональд Дэвис (Donald Watts Davies) разработал концепцию Сети и добавил в неё существенную деталь — компьютерные узлы должны не только передавать данные, но и стать переводчиками для различных компьютерных систем и языков. Именно Дэвису принадлежит термин «пакет» для обозначения фрагментов файлов, пересылаемых раздельно.] --- Эта часть затрагивает 2 половину темы

#### MERIT

При поддержке штата Мичиган и Национального научного фонда сеть, которая объединяла три мичиганских университета, была запущена в январе 1971 года[13]. В дальнейшем к сети стали присоединяться другие университеты и в 1984 году на её основе была создана NSFNET.

### СССР-США

[В 1972 году две страны приступили к разработке программы совместного пилотируемого космического полёта «Союз — Аполлон» (1975). Для неё была создана цифровая сеть передачи данных между всеми задействованными космическими учреждениями в обоих государствах. По сети передавались данные, необходимые для расчёта траекторий космических кораблей[14]. Дальнейшее цифровое сотрудничество двух стран выразилось в телекоммуникационной активности вокруг австрийского Международного института прикладного системного анализа (IIASA/МИПСА), созданного в 1972 году СССР и США как центр глобального научного обмена. К 1982 году между американскими сетями и появившейся в СССР Академсетью через МИПСА было установлено регулярное телефонное соединение (X.25), для чего и был специально создан ВНИИПАС. Сразу же между ЮНИДО и ГКНТ СССР была достигнута договорённость о научном обмене через компьютерную сеть информацией в области сельскохозяйственной биологии[15]. В 1982 году был проведён первый телемост «Москва—космос—Калифорния» между гражданами СССР и США, для организации которого применялось цифровое соединение ВНИИПАСа через спутник. В 1983 году ВНИИПАС и структуры американца Джорджа Сороса учредили провайдера цифровой связи SFMT (с 1990 г. «Совам Телепорт»), который c 1989 года становится для банковской системы СССР и РФ провайдером цифровой банковской сети SWIFT. На фоне распада СССР начинается широкое негосударственное распространение цифровой связи на советской территории через стихийно возникшую сеть «Релком», которая в своей работе задействует оборудование T1, оставшееся на московских АТС от проекта «Союз — Аполлон». Параллельно с 1990 года советские люди начинают в частном порядке присоединяться к изобретённой в США кустарной сети «Фидонет».] Это возможно уже слишком далеко от 50-х

### Великобритания

В 1965 году Дональд Дэвис, учёный из Национальной физической лаборатории Англии, предложил создать в Англии компьютерную сеть NPL, основанную на коммутации пакетов. Идея не была поддержана, но к 1970 году ему удалось создать подобную сеть для удовлетворения нужд многодисциплинарной лаборатории и для доказательства работы этой технологии на практике[16]. К 1976 году сеть объединяла уже 12 компьютеров и 75 терминальных устройств.

### Чили

В 1970 году в Чили был разработан и начал внедряться проект «Киберсин» (англ. Cybersyn) — компьютерная сеть-кибернет, объединяющая в единую сеть 500 предприятий Чили под единое управление в президентском дворце «Ла Монеда» в Сантьяго. Проект централизованного компьютерного управления плановой экономикой, который строился в Чили при президенте Сальвадоре Альенде в 1970—1973 годах. Проект осуществлялся под руководством британского теоретика исследования операций Стаффорда Бира.

Идеи П. Бэрена (1964)

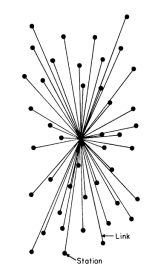
[Родился в городе Гродно натерритории Польши (ныне Беларусь), третьим ребёнком[1] в еврейской семье[2]. Его родители, Мойше (Моррис) Баран (1884—1979) и Хана-Фейга (Анна) Серейская (1888—1972), происходили из местечка Сидра Соколковского уезда Гродненской губернии. В 1928 году он с семьёй переехал в США. Сначала семья поселилась в Бостоне, где его отец устроился разнорабочим на обувную фабрику; затем перебралась в Филадельфию, где отец открыл овощную лавку.

Бакалавр (Технологический институт Дрекселя, 1949), магистр (Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе, 1959)[3]. Работал в лабораториях министерства обороны США.

Разработал механизм передачи информации от компьютера к компьютеру, который лег в основу сети ARPANET. В 2008 году награждён президентом США за вклад в развитие технологий.] Биография вообще нужна?

Работая над безопасностью технологий связи с 1959 г., сотрудник корпорации RAND [англ. *РЭНД — аббревиатура от****R****esearch****an****d****D****evelopment* — *«Исследования и разработка»*) — американская некоммерческая организация, которая выполняет функции стратегического исследовательского центра, работающего по заказам правительства США, их вооружённых сил и связанных с ними организаций.] Пол Бэрен в 1962 г. предложил идею распределенных сетей, обеспечивающих устойчивость связи при ядерном ударе. Под распределенной сетью Бэрен понимал децентрализованную сеть со множеством путей между двумя точками связи (рис. 7.1). В 1963 г. идея была предложена корпорацией Пентагону и отвергнута им как «смехотворная». В 1969 г., после очередного рассмотрения этой идеи, Пентагон диаметрально сменил точку зрения.

Типы сетей по П. Бэрену – централизованная, децентрализованная и распределенная

Централизованная

Централизованные сети строятся вокруг единого централизованного сервера / главного узла, который обрабатывает все основные данные и хранит данные и информацию о пользователях, к которым могут получить доступ другие пользователи.

Отсюда клиентские узлы могут быть подключены к главному серверу и отправлять запросы данных вместо того, чтобы выполнять их напрямую.

Централизованные сети в настоящее время являются наиболее широко используемым типом сети в Интернете.

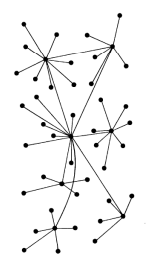
Эти сети зависят от центрального владельца сети для подключения всех других спутниковых пользователей и устройств - это означает, что существует единая точка отказа, которая может быть преднамеренно использована злоумышленниками.

**Преимущества централизованной сети**

* **Простое и быстрое развертывание**: поскольку цепочки команд четко определены в централизованных сетях, делегирование внутри сети относительно просто, и требуется меньше перекрестного обмена сообщениями на разных уровнях авторизации. Также легко добавлять и удалять клиентские узлы из сети, создавая или удаляя соединения между клиентским узлом и основным сервером. Однако это не увеличивает вычислительную мощность сети.
* **Доступное обслуживание**: централизованные сети, как правило, являются наиболее экономичным вариантом для небольших систем и требуют меньше ресурсов для настройки и обслуживания. Кроме того, когда сетевому администратору необходимо исправить или обновить сеть, необходимо обновить только центральный сервер. Это сокращает время и накладные расходы, необходимые для поддержания сети в актуальном состоянии.
* **Согласованность**: учитывая нисходящий характер централизованных сетей, проще стандартизировать взаимодействие между основным сервером и клиентскими узлами. Это может привести к более последовательному и оптимизированному взаимодействию с конечным пользователем. Кроме того, поскольку отслеживать и собирать данные в сети относительно легко, посторонние или отклоняющиеся от нормы действия можно искоренить и удалить в соответствии с приоритетами и потребностями сети.

**Недостатки централизованной сети**

* **Повышенные риски простоя**: поскольку централизованные сети имеют единую точку отказа, в случае отказа основного сервера вся сеть, скорее всего, отключится. Таким образом, клиентские узлы не смогут самостоятельно отправлять, получать или обрабатывать пользовательские запросы. Кроме того, обслуживание сервера может включать временное отключение основного сервера, что, вероятно, приведет к перебоям в обслуживании и, как следствие, к неудобствам / снижению надежности с точки зрения пользователя.
* **Более высокие риски безопасности**: наличие единой точки отказа также увеличивает шансы нарушения безопасности или сбоев из-за угроз кибербезопасности, таких как атаки DDOS, поскольку существует только одна цель, которую можно скомпрометировать. Кроме того, поскольку существует только одно центральное хранилище для пользовательских данных, централизованные сети всегда будут сопряжены с внутренними рисками конфиденциальности. Если главный сервер поврежден или отключен, его данные могут быть безвозвратно потеряны.
* **Ограниченная масштабируемость**: централизованные сети может быть трудно масштабировать после определенной точки, поскольку единственный способ сделать это - добавить больше хранилища, или вычислительной мощности на центральный сервер. Более того, если в сети возникают всплески трафика, превышающие те, для обработки которых сеть была спроектирована, могут возникнуть информационные узкие места, при этом пользователи, удаленные от центрального сервера, будут испытывать увеличенную задержку.

децентрализованная

*Напротив, децентрализованная сеть распределяет рабочие нагрузки по обработке информации между несколькими устройствами вместо того, чтобы полагаться на один центральный сервер.*

Каждое из этих отдельных устройств служит мини-центральным блоком, который независимо взаимодействует с другими узлами.

В результате, даже если один из главных узлов выходит из строя или скомпрометирован, другие серверы могут продолжать предоставлять пользователям доступ к данным, и вся сеть будет продолжать работать с ограниченными или нулевыми нарушениями.

Децентрализованные сети стали возможны благодаря последним технологическим достижениям, которые снабдили компьютеры и другие устройства значительной вычислительной мощностью и могут быть синхронизированы и использоваться для распределенной обработки.

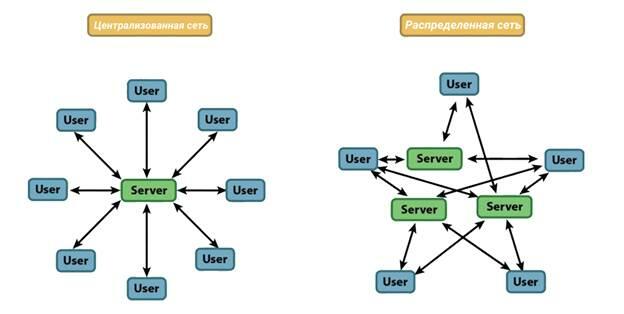
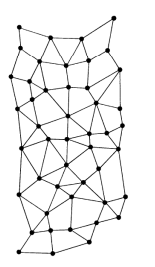
Однако, хотя децентрализованные сети существенно отличаются от централизованных сетей, важно отметить, что децентрализованные сети не распределяют хранение и обработку данных равномерно по всей сети и по-прежнему полагаются на основные серверы, хотя и более одного на сеть.

### Преимущества децентрализованной сети

* **Повышенная гибкость / масштабируемость**: поскольку децентрализованные сети не имеют единой точки отказа, они могут продолжать работать, даже если главный узел скомпрометирован или отключен. Кроме того, децентрализованные сети легко масштабируются, поскольку вы можете просто добавить в сеть больше устройств, чтобы увеличить ее вычислительную мощность, а обслуживание сети обычно не требует полного отключения сети.
* **Более высокая производительность**: пользовательские запросы часто выполняются быстрее при использовании децентрализованной сети, потому что сетевые администраторы могут создавать главные узлы в регионах с высокой пользовательской активностью, в отличие от маршрутизации соединений на обширных пространствах к одному централизованному серверу.
* **Повышенная конфиденциальность**: децентрализованные сети обеспечивают большую степень конфиденциальности пользователей, поскольку информация, сохраненная в сети, распространяется по нескольким точкам, а не через одну точку. Это затрудняет отслеживание потоков данных в сети и устраняет риски того, что злоумышленники могут преследовать только одну цель.

### Недостатки децентрализованной сети

* **Высокие затраты на обслуживание**: децентрализованные сети более отказоустойчивы, чем централизованные. Это обычно делает обслуживание этих сетей более дорогостоящим и трудоемким. Поскольку децентрализованная сеть использует несколько устройств для поддержки системы, это ложится соразмерной нагрузкой на IT-ресурсы организации. В результате децентрализованные системы часто не подходят для организаций, которым требуется только небольшая система, поскольку соотношение затрат и выгод в этих условиях не является благоприятным.
* **Проблемы координации**: поскольку главные узлы в децентрализованной сети действуют независимо и могут не взаимодействовать друг с другом, более крупные организации могут столкнуться с проблемами координации и столкнуться с трудностями при управлении коллективными задачами и их выполнении. Хотя это преднамеренная особенность децентрализованных сетей, это означает, что не все бизнес-модели и организационные структуры обязательно выиграют от использования децентрализованной сети.

[](https://bytwork.com/sites/default/files/inline-images/image_local-20210516181041-3.jpeg)распределенная

*Распределенная сеть похожа на децентрализованную сеть в том смысле, что она отказывается от единственного централизованного главного сервера в пользу нескольких владельцев сети.*

Однако распределенные сети состоят из равных, взаимосвязанных узлов, что означает, что владение данными и вычислительные ресурсы равномерно распределяются по всей сети.

Термин «распределенная сеть» иногда используется для описания сети, которая просто географически распределена, но может следовать модели иерархии узлов сверху вниз. Однако в большинстве случаев этот термин относится к сети, в которой расположение узлов и вычислительные ресурсы распределены равномерно.

Поскольку распределенные сети не имеют центрального сервера или отдельного набора главных узлов, бремя обработки данных перекладывается на всю сеть, при этом всем пользователям предоставляется равный доступ к данным.

Поэтому процесс принятия решений в распределенной сети обычно включает голосование отдельных узлов за переход в новое состояние, а окончательное поведение системы изменяется в соответствии с совокупными результатами решений, за которые голосует каждый отдельный узел.

Конкретные процессы, с помощью которых распределенная сеть голосует и принимает решения, зависят от механизма консенсуса в сети.

Все формы распределенного принятия решений включают взаимодействие отдельных компонентов сети друг с другом для достижения общей цели.

Следовательно, благодаря своей действительно децентрализованной природе распределенные сети чрезвычайно отказоустойчивы и безопасны.

Их преимущества и недостатки полностью повторяют преимущества и недостатки децентрализованных сетей, но в большей степени.

### Преимущества распределенных сетей

* **Исключительная отказоустойчивость**: в распределенных сетях узел может выйти из строя независимо, не затрагивая остальную систему, поскольку вычислительная нагрузка будет просто перебалансирована между оставшимися узлами. В результате распределенные системы данных значительно более устойчивы, чем другие сетевые архитектуры, которые полагаются на ту или иную форму иерархии узлов сверху вниз.
* **Скорость и масштабируемость**: распределенные сети более масштабируемы, чем централизованные и децентрализованные сети. Как правило, они также имеют меньшую задержку из-за равномерного распределения вычислительной мощности и данных в сети.
* **Повышенная прозрачность**: поскольку данные в распределенной сети распределяются равномерно по всей сети, значительно сложнее успешно изменить, подвергнуть цензуре или уничтожить информацию в сети. В результате распределенные сети по своей сути более прозрачны, чем другие системы, особенно с учетом того факта, что они часто используют криптографию для защиты своих данных.

### Недостатки распределенных сетей

* **Высокие затраты на обслуживание**: как и в случае с децентрализованными сетями, распределенные сети требуют больше ресурсов для обслуживания или перенастройки, поскольку любое значимое изменение требует обновления каждого отдельного узла. А поскольку распределенные узлы имеют разные задержки и не следят за общими часами, сетевые администраторы не могут временно упорядочивать команды или журналы. В результате может быть сложно разработать и отладить алгоритмы для распределенной сети.
* **Проблемы координации**: при отсутствии иерархии узлов нет вышестоящих узлов, контролирующих поведение подчиненных узлов, и, следовательно, нет способа регулировать отдельные узлы в системе. Поэтому может быть сложно принимать своевременные решения или решать крупномасштабные задачи. Эта децентрализованная цепочка подчинения может стать непреодолимой проблемой для определенных предприятий и организаций. Кроме того, поскольку любому отдельному узлу сложно получить глобальное представление обо всей сети, поэтому для отдельных узлов сложнее принимать обоснованные решения на основе состояния других узлов в системе.

Бэрен исследовал избыточность узлов связи, эквивалентную отношению количества связей к узлам в бесконечном массиве станций (рис. 7.2). При уровне выше трех становилось возможным альтернативное построение сетей, но самое главное – при такой избыточности разрушение даже половины узлов распределенной сети не мешает работе оставшейся части сети.

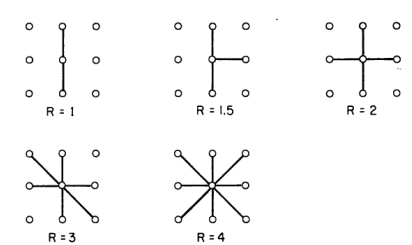


Рис. 7.2. Узлы связи с разным уровнем избыточности (R)

П. Бэрен предполагал совместное использование в составе сети разных видов связи, основанных на разных физических принципах и обладающих разной скоростью передачи данных. Это могла быть телефонная, телевизионная, кабельная, оптоволоконная, микроволновая (радиорелейная) или спутниковая связь (7.3).

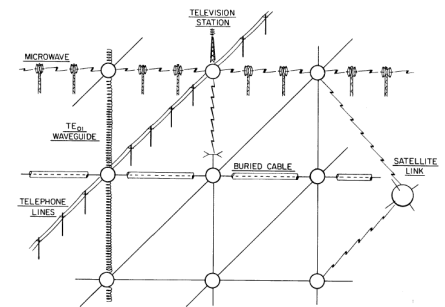


Рис. 7.3. Разнообразие каналов связи

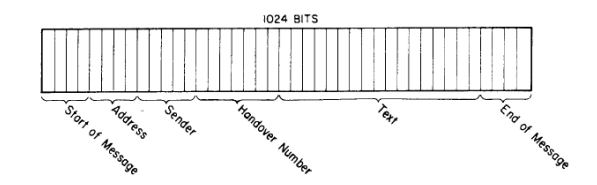
Сообщение пользователя в такой разнородной сети должно быть разбито на стандартные блоки с последующей передачей через сеть (рис. 7.4). Несмотря на разные скорости и разные принципы передачи данных (т.к. передача идет по разнородным каналам связи), сам блок данных остается неизменным. Для согласования таких каналов применяются буферы данных. Время прохождения пакета может значительно превышать время его передачи. 

Рис. 7.4. Стандартный блок сообщения (пакет)

Схожие работы в 1965 г. вел в Англии Дональд Дэвис в Англии (Britain’s National Physics Lab), он же ввел в обиход термин «пакет».

**Список использованных источников**

* BYTWORK.COM. Централизованные, децентрализованные и распределенные сети.: [Электронный ресурс]. URL: https://bytwork.com/articles/vidy-sitey (дата обращения 21.04.22)
* Википедия. История Интернета: [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/История\_Интернета (дата обращения 22.04.2022)
* [Википедия. Бэран, Пол: [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бэран,\_Пол (дата обращения 22.04.2022)] Если убрать биографию, то и этот источник