

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Определения и сокращения . . . . .	8
Введение . . . . .	10
1 Обзор технологий организации вычислительных сетей . . . . .	11
1.1 Определение локальных сетей . . . . .	11
1.2 Архитектуры вычислительных сетей . . . . .	14
1.3 Терминальные системы . . . . .	16
1.4 Система тонких клиентов . . . . .	17
1.5 Постановка задачи на разработку . . . . .	21
2 Разработка программно-аппаратного комплекса . . . . .	23
2.1 Серверная аппаратная часть . . . . .	23
2.2 Клиентская аппаратная часть . . . . .	23
2.3 Выбор используемого протокола . . . . .	25
2.4 Клиентское ПО . . . . .	26
Заключение . . . . .	27
Список использованных источников . . . . .	28

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей выпускной квалификационной работе используются следующие термины, сокращения и обозначения с соответствующими определениями:

БД — база данных

Дистрибутив — форма распространения программного обеспечения

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) — частная сеть, размещенная, как правило, в одном здании или на территории одной организации

ОС — операционная система

ПАК — программно-аппаратный комплекс

ПК — персональный компьютер

ПО — программное обеспечение

САПР — система автоматизированного проектирования

ТК — тонкий клиент, терминал, устройство терминального доступа

Ethernet — семейство технологий пакетной передачи данных между устройствами для компьютерных и промышленных сетей. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3

Linux — семейство Unix-подобных операционных систем на базе ядра Linux, включающих тот или иной набор утилит и программ, и, возможно, другие компоненты.

Local Area Network (LAN) — локальная вычислительная сеть

Remote Desktop Protocol (RDP) — протокол удаленного доступа, используемый в ОС семейства Windows.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Это пример введения

1. пункт
2. пункт
3. пункт
4. пункт
5. пункт

# 1 Обзор технологий организации вычислительных сетей

## 1.1 Определение локальных сетей

Локальными сетями называют частные сети, размещающиеся, как правило, в одном здании или на территории какой-либо организации. Их часто используют для объединения компьютеров и рабочих станций в офисах компании или предприятия бытовой электроники для предоставления совместного доступа к ресурсам (например, принтерам) и обмена информацией [2]. Важными требованиями, предъявляемыми к ЛВС, являются:

- Низкий уровень ошибок передачи, вызванных внутренними или внешними факторами. Допустимая вероятность ошибок передачи данных должна быть порядка  $10^{-8}$ – $10^{-12}$ .
- Возможность работы с большими нагрузками или высокая интенсивность обмена. Если механизм управления в сети не эффективен, то компьютеры могут подолгу ждать свою очередь на передачу. И даже если передача будет на высочайшей высоте и безошибочна, задержка доступа пользователю данной сети будет неприемлема.

Большинство ЛВС имеет выход в глобальную сеть. Но характер информации, принципы организации обмена, режимы доступа к ресурсам внутри (ЛВС), как правило, отличаются от принципов, принятых в глобальной сети. Возможность выхода в глобальную сеть — это лишь один из ресурсов, разделяемых пользователями ЛВС. По ЛВС могут передаваться: данные, изображения, телефонные разговоры, электронные письма и т.д. Чаще всего ЛВС используются для совместного использования дискового пространства, принтеров и факсов, выхода в глобальную сеть, но это лишь часть тех возможностей, которые предоставляют ЛВС.

Например, они позволяют осуществлять обмен информацией между компьютерами разных типов. ЛВС дают возможность организовать систему

параллельных вычислений на всех компьютерах сети, что ускоряет решение сложных задач. С их помощью, можно управлять работой технологической системы или исследовательской установки с нескольких компьютеров одновременно. Однако ЛВС имеют ряд существенных недостатков:

- ЛВС требует дополнительных, иногда значительных материальных затрат на покупку сетевого оборудования, ПО, на прокладку кабелей и обучение персонала.
- ЛВС требует приема на работу специалиста (администратора сети), который будет контролировать работу сети, модернизировать, управлять доступом к ресурсам, устранять возможные неисправности, защищать информацию и делать резервные копии. Для больших сетей может понадобиться целая бригада специалистов. ЛВС ограничивает перемещение компьютеров, подключенных к ней, так как при этом требуется перекладка соединительных кабелей.
- ЛВС являются прекрасной средой для распространения компьютерных вирусов, поэтому придется уделять много времени вопросу о защите от них. Все компьютеры сети могут быть заражены, если заразить всего один.
- ЛВС резко повышают опасность несанкционированного доступа к информации с целью ее кражи или уничтожения. Информационная защита требует проведения комплекса технических и организационных мероприятий.

ЛВС классифицируются, прежде всего, по протоколам 1-го и 2-го уровней OSI, то есть, по технологии используемого сетевого оборудования: Ethernet, Token Ring, FDDI, AppleTalk. По масштабам и иерархии построения ЛВС различают:

- сети рабочих групп (5-20 станций);
- сети отделов (20-100 станций);

— сети предприятий (корпоративные сети).

Последние имеют развернутую структуру сетевых служб и по географии могут выходить за рамки локальных сетей, образуя кампусные сети, сети с удаленным доступом, а также сети других масштабов, вплоть до корпоративных частных глобальных сетей. Количество станций в корпоративных сетях варьируется: от 20 компьютеров до десятков тысяч.

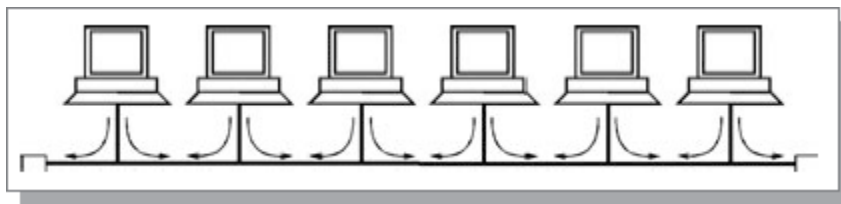


Рисунок 1 — Топология шина

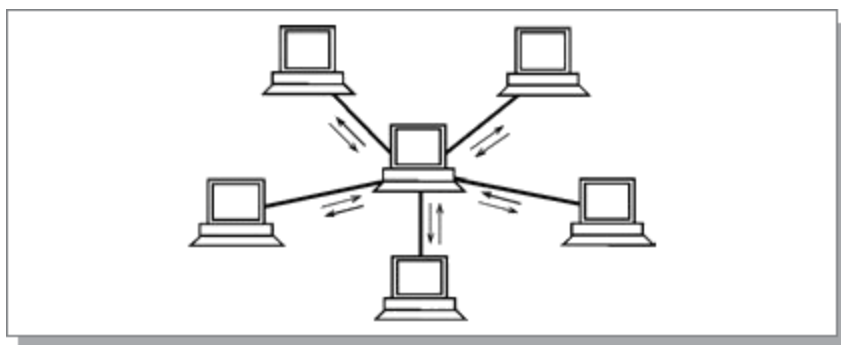


Рисунок 2 — Топология звезда

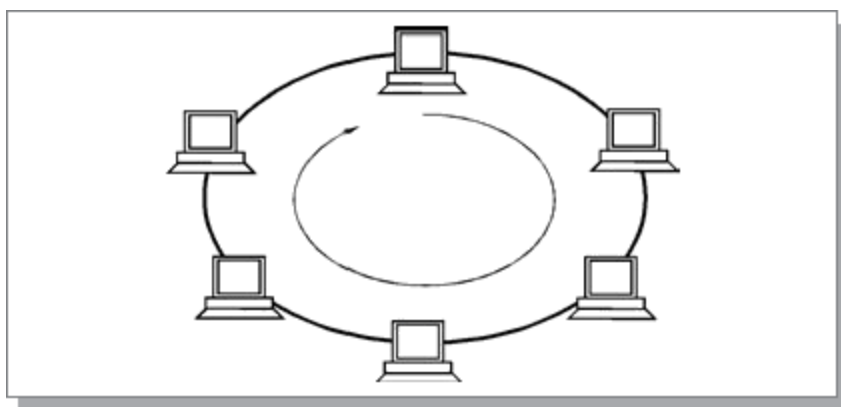


Рисунок 3 — Топология кольцо

Для организации сетей используются различные топологии. Основных топологии, применяемые в ЛВС, такие:

Шина (bus) — все устройства параллельно подключаются к одной линии связи. Информация от каждого устройства одновременно передается всем остальным (см. рисунок 1).

Звезда (star) — к одному центральному устройству присоединяются остальные периферийные устройства, причем каждый из них использует отдельную линию связи. Информация от периферийного устройства направляется только центральному, а от него — одному или нескольким периферийным (см. рисунок 2).

Кольцо (ring) — устройства последовательно объединены в кольцо. Передача информации в кольце всегда производится только в одном направлении. Каждое из устройств передает информацию только одному следующему в цепочке за ним, а получает информацию только от предыдущего в цепочке. (см. рисунок 3).

В зависимости от характера распределения функций различают:

- одноранговые сети — небольшие локальные сети, в которых компьютеры являются равноправными; обычно включают в себя до 15 станций;
- сети с выделенными серверами (двухранговые сети) — средние и крупные сети, в которых часть выполняемых функций обслуживания станций возложена на серверы. Такие сети характеризуются типами используемых в них сетевых служб: файловая служба, служба печати, служба терминалов, управление базами данных, Web-служба, почтовая служба, службы интерактивного общения, прокси-сервер, сетевая безопасность.

## **1.2 Архитектуры вычислительных сетей**

Вычислительные системы имеют два основных вида построения архитектуры: централизованный и распределенный (также называемый



клиент-сервер).

Основное различие между ними состоит в том, что в централизованной архитектуре большая часть вычислений происходит на сервере. В распределенной системе все машины имеют одинаковое назначение и все занимаются вычислениями.

Система клиент-сервер состоит из двух типов взаимодействующих устройств (см. рисунок 4). В большинстве случаев взаимодействие происходит по следующей модели:

1. Клиент отправляет запрос на получение данных серверу;
2. Сервер, получив запрос, начинает обработку данных, различные расчеты и т.п. (в зависимости от назначения сервера);
3. Сервер отправляет обработанные или новые данные клиенту.

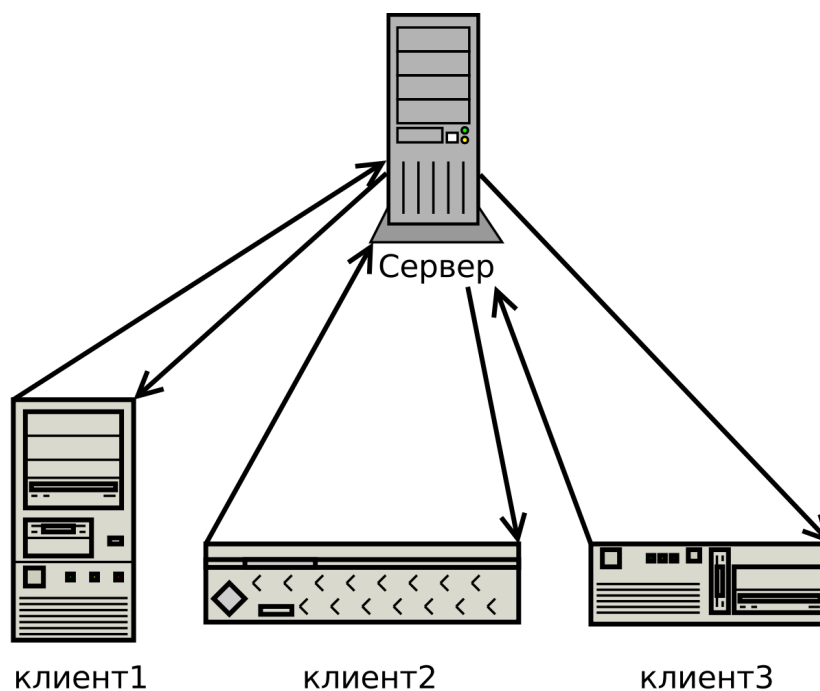


Рисунок 4 — Клиент-серверная архитектура

В настоящее время в сетях с централизованной архитектурой может быть применен принцип разделения обязанностей серверов. Например, разделение серверов приложений, баз данных и вычислений (см. рисунок 5).

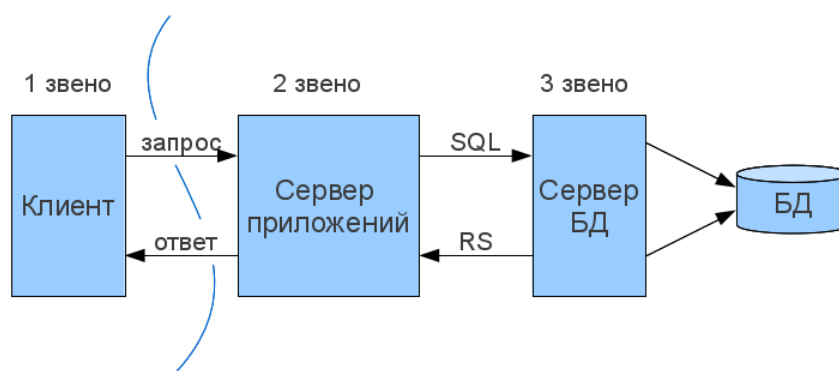


Рисунок 5 — Клиент-серверная архитектура с разделением серверов

### 1.3 Терминальные системы

Первые компьютеры 50-х годов предназначались для очень небольшого числа избранных пользователей. Такие компьютеры не были предназначены для интерактивной работы пользователя, а применялись в режиме пакетной обработки. Задания нескольких пользователей группировались в пакет, который принимался на выполнение. Распечатанные результаты пользователи получали обычно только на следующий день.

По мере удешевления процессоров в начале 60-х годов появились новые способы организации вычислительного процесса, которые позволили учесть интересы пользователей. Начали развиваться интерактивные многотерминальные системы разделения времени. В таких системах каждый пользователь получал собственный терминал, с помощью которого он мог вести диалог с компьютером. Действительно, рядовой пользователь работу за терминалом мэйнфрейма воспринимал примерно так же, как сейчас он воспринимает работу за подключенным к сети персональным компьютером. Пользователь мог получить доступ к общим файлам и периферийным устройствам, при этом у него поддерживалась полная иллюзия единоличного владения компьютером, так как он мог запустить нужную ему программу в любой момент и почти сразу же получить Результат. [1]

Дальнейшее развитие информационных технологий и удешевление

персональных компьютеров привело к падению релевантности терминальных систем. Однако, в настоящее время тип организации сетей, в основе которого лежат терминалы, называемые «тонкими клиентами» (в противовес «толстым клиентам» — обычным ПК), вновь набирает популярность. Из-за увеличения числа ПК в сетях их обслуживание становится все более сложным. Поэтому тонкие клиенты стали снова широко использоваться.

#### **1.4 Система тонких клиентов**

Тонкий клиент, как и классический терминал 50–60-х годов, дает пользователю возможность взаимодействия с удаленным компьютером. Разница в том, что если мощностей терминалов, мэйнфреймов и пропускной способности сети хватало только для отправки текстовых команд и получения текстовых результатов, то современные тонкие клиенты позволяют пользователям взаимодействовать и с графическими интерфейсами, работать с графикой и даже воспроизводить видео. Для пользователя тонкого клиента взаимодействие с удаленным рабочим столом должно выглядеть неотличимо от обычного ПК. Современные ТК позволяют это сделать.

Система, основанная на тонких клиентах, состоит из терминального сервера и одного и более ТК. На терминальном сервере установлена ОС, позволяющая подключение ТК. Все клиенты настроены на подключение к этому серверу и занимаются только вводом-выводом информации для взаимодействия с пользователем, и выполнением протоколов удаленного доступа. Все вычисления, работа ОС и процессов, взаимодействие с устройствами хранения информации выполняются на сервере.

Таким образом, все ресурсоемкие процессы в системе ТК перенесены на сервер. Это означает, что для клиентских машин нужно минимальное аппаратное обеспечение, достаточное для вывода изображения на

экран, работы с сетью и устройствами ввода-вывода. В качестве таких клиентов могут выступать как специализированные устройства, так и устаревшие ПК, мощности которых уже не хватает для привычных пользователям задач. (см. рисунок 6).

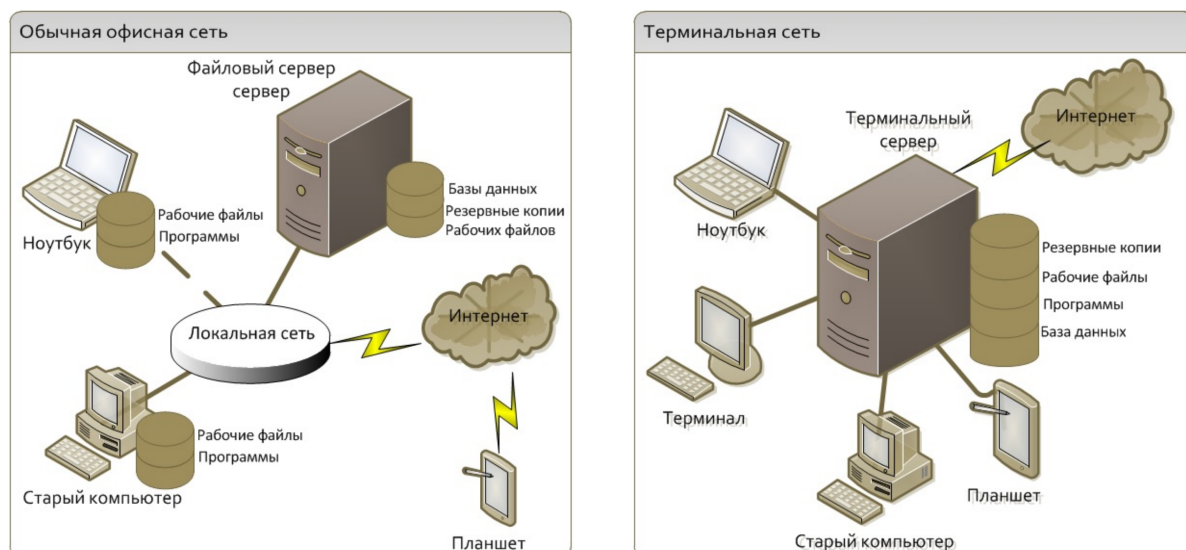


Рисунок 6 — Сравнение типовой и терминальной сетей. Источник: [3]

Преимущества систем, построенных на базе тонких клиентов:

- Экономия средств. Необходимость в постоянной модернизации всего парка компьютеров с выходом более новых и ресурсоёмких ОС и приложений исчезает. Модернизировать, при желании, нужно будет только терминальный сервер и серверы БД; терминалы не нуждаются в модернизации в течение длительного времени (7-10 лет). Лицензия терминального доступа стоит дешевле настольной ОС, не нужны локальные антивирусы, сложное ПО управления парком ПК, что значительно сокращает затраты. Снижается количество рутинных операций, а также перемещений ИТ персонала для обслуживания подразделений. При использовании терминала нет необходимости дополнительно приобретать источник бесперебойного питания для защиты от внезапного отключения питания, вся информация остается доступной на серверах. Даже при аппаратной замене ТК поль-

зователь может продолжить работу.

- Надежность. Использование серверной операционной системы и аппаратуры сервера повышает надежность работы и хранения данных. Выход из строя терминала, его утрата не повлекут за собой потерю или порчу данных на сервере.
- Безопасность. Отсутствие на клиентских машинах жестких дисков, дисководов и приводов оптических дисков позволяет избежать несанкционированного копирования и выноса данных. Отсутствие непосредственной передачи данных по сети позволяет избежать их перехвата. Все программное обеспечение ставится только системным администратором. При краже или изъятии обычного компьютера есть риск потерять важные конфиденциальные данные, хранящиеся на нем. Терминал гораздо менее привлекателен для воров, т.к. не применим в домашних условиях, а при использовании тонких клиентов данные на конечном устройстве не хранятся.
- Централизация. Все данные хранятся только на серверах, что упрощает процедуру резервного копирования, контроля версий ПО, контроля доступа пользователей. Всё ПО находится на серверах - это упрощает администрирование. Конечный пользователь не может повлиять на стабильность такой системы.
- Эффективность. Загрузка процессора на ПК в большинстве случаев не превышает 4-5%. Терминальная система позволяет максимально полезно использовать вычислительные ресурсы сервера, распределяя их между работающими в данный момент пользователями.
- Снижение энергопотребления. Тонкие клиенты используют энергоэффективные процессоры и не имеют подвижных компонентов, потребляют всего около 10% мощности обычного ПК.
- Тихая работа. Из-за низкого энергопотребления тепловыделение

процессоров ТК невелико. Это позволяет использовать активные системы охлаждения с малыми скоростями вращения вентиляторов, или использовать полностью пассивные системы охлаждения, что обеспечивает бесшумную работу клиентов.

- Быстрое развертывание и обновление приложений. При использовании ТК вы просто устанавливаете новое ПО на серверах, и оно становится доступным сотням пользователей сразу после публикации.
- Устранение поддержки конечных узлов. ПК – источник аппаратных проблем и проблем локальных конфигураций. При использовании ТК отпадает необходимость подходить к пользовательским устройствам для настройки системы, установки и ремонта программ, помощи в настройке приложений, замены сломанных деталей. ТК используют операционную систему терминального сервера, а приложения устанавливаются на серверах. Служба техподдержки может помогать пользователям посредством удаленного управления их терминальными сеансами. При выходе ТК из строя его легко заменить, что может выполнить специально назначенный сотрудник, даже не имеющий IT образования.
- Защита от вирусов. Тонкие клиенты не подвержены заражению вирусами, на них антивирусное ПО не устанавливается. Достаточно установить антивирусное ПО на серверы компании. Локальный ПК не защищен от заражения при сбое параметров обновления или настройки антивируса и дальнейшего распространения вируса в ИС.

Из существенных недостатков системы на базе ТК можно выделить только необходимость первоначальной настройки системы. Для внедрения данной системы нужно подготовить достаточно производительный терминальный сервер, а также настроить его в соответствии с планируемой архитектурой сети. Также для корректной работы всей сети администра-

тор должен знать о ее организации. Требуется более высокая квалификация администратора, т.к. в его обязанности также будет входить поддержка протоколов удаленного доступа, использованных в системе. Однако, это компенсируется более низкой требуемой квалификацией техников.

### **1.5 Постановка задачи на разработку**

На момент разработки на кафедре КПРС имеется ЛВС, построенная по классической одноранговой топологии «звезда». Каждое рабочее место, подключенное к сети, является полноценным «толстым клиентом». Сеть используется только для предоставления доступа к Интернет. Прочие сетевые технологии (такие как общий файловый сервер) практически не используются. Исходя из этого, можно выделить задачи на разработку:

1. Необходимо модернизировать сеть кафедры для обеспечения возможности совместного доступа к ресурсам сети и создания выделенного компьютера, выполняющего роль сервера рабочих столов.
2. Разработать экономически целесообразное устройство, используемое в качестве тонкого клиента.
3. Заменить часть рабочих мест на тонкие клиенты.

Для выполнения этих задач было принято решение создать на базе существующей сети программно-аппаратный комплекс, включающий в себя сервер терминалов, тонкие клиенты и сеть, соединяющую их для совместного доступа к ресурсам. Требования к ПАК приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Технические требования к комплексу

Технология канального уровня	Ethernet
Количество подключенных рабочих мест, от	3
Пропускная способность, Гбит	10
Возможность многопользовательского доступа	SolidWorks Altium Designer OrCAD PCB и т.п.
Масштабируемость	
Экономическая эффективность	
Экологичность и энергоэффективность	
Возможность постепенной модернизации	
Максимальное использование имеющегося аппаратного обеспечения	



## 2 Разработка программно-аппаратного комплекса

### 2.1 Серверная аппаратная часть

Для выбора серверной аппаратной части нужно опираться, в первую очередь, на системные требования используемого на кафедре ПО. Для оценки в таблице 1 приводятся системные требования основного используемого на кафедре КППС САПР SolidWorks с сайта разработчика Dassault Systems [4] [5].

Таблица 1 — Системные требования Solidworks

Процессор	3.3 ГГц или выше
RAM	16 ГБ или более
	32 ГБ рекомендуется для Simulation и работы с большими сборками
Устройство хранения	рекомендуется SSD
Место на диске	20 ГБ и более

Требования для многопользовательской работы не указаны, поэтому нужно провести дополнительные исследования производительности системы при многопользовательской работе. По предварительным испытаниям компьютер кафедры обеспечивает достаточную производительность для базовой работы в Solidworks двух подключенных клиентов.

### 2.2 Клиентская аппаратная часть

Для работы в качестве тонкого клиента подходит практически любой x86-совместимый компьютер, на котором есть возможность запустить клиент нужного протокола. Соответственно, существующие на кафедре компьютеры могут быть использованы в качестве ТК. Однако, для получения многих преимуществ ТК есть смысл использовать более компактные

и энергоэффективные системы.

В качестве основной платформы для разработки ТК будет использован одноплатный компьютер Raspberry Pi 3B. Его характеристики приведены в таблице 2, внешний вид — на рисунке 1.

Таблица 2 — Технические характеристики Raspberry Pi 3B

Процессор	однокристальный чип Broadcom BCM2837
микроархитектура	ARM Cortex-A53
разрядность	64-бит
количество ядер	4
тактовая частота	1,2 ГГц
оперативная память	1ГБ LPDDR2 SDRAM
цифровой видеовыход	HDMI
композитный выход	3,5 мм (4 pin)
USB порты	USB 2.0×4
сеть	WiFi 802.11n, 10/100 Mб RJ45 Ethernet
Bluetooth	Bluetooth 4.1, Bluetooth Low Energy
разъем дисплея	Display Serial Interface (DSI)
разъем видеокамеры	MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
карта памяти	MicroSD
порты ввода-вывода	40
габариты	85x56x17 мм

К недостаткам такого решения относятся:

- Отсутствие в комплекте поставки корпуса, блока питания, SD-карты.
- Невозможность использования аппаратного ускорения графики, т.к. отсутствуют драйвера с открытым исходным кодом для BCM2837.
- Производительность зависит от нагрева процессора, необходимость качественного охлаждения.

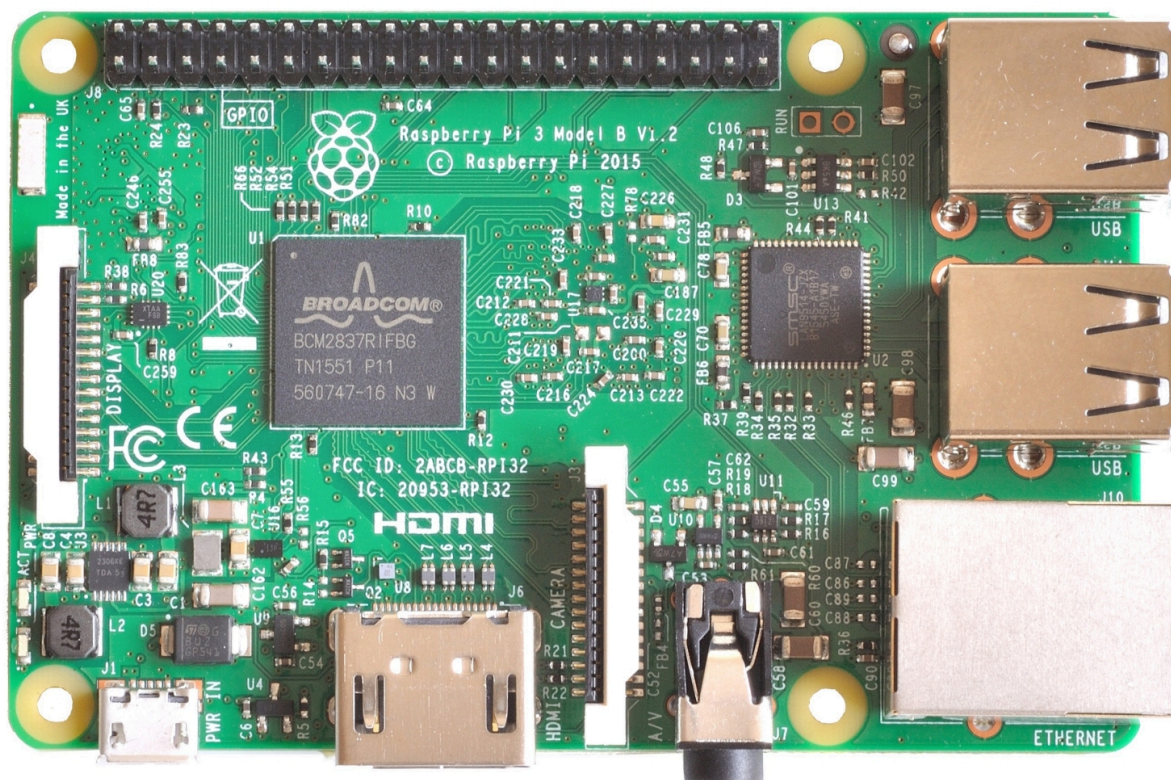


Рисунок 1 — Внешний вид Raspberry Pi 3B

— ARM архитектура снижает количество доступного ПО (по сравнению с x86-совместимыми устройствами).

Стоит отметить, что эти недостатки будут частично устранены при разработке данного проекта. По результатам предварительных исследований, производительности Raspberry Pi 3B достаточно для использования в этом проекте.

### 2.3 Выбор используемого протокола

Для разработки необходимо выбрать способ удаленного доступа, который будет использоваться в системе. Так как выбор зависит от серверной ОС, выбор оптимального варианта связан с доступными на Windows протоколами.

Основной протокол, используемый в Windows — RDP (Remote Desktop Protocol). Клиент RDP доступен во всех редакциях Windows, начиная с Windows XP, что позволяет использовать любой компьютер кафедры

в качестве тонкого клиента (см. рисунок 2). Однако, RDP-клиенты существуют для многих платформ, в том числе для Linux.

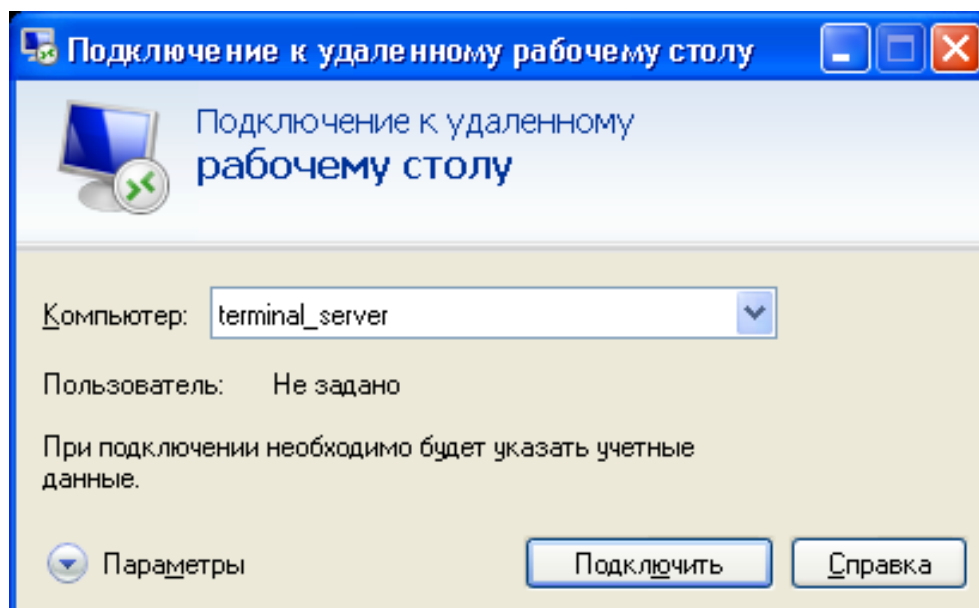


Рисунок 2 — Окно RDP-клиента, встроенного в Windows XP

## 2.4 Клиентское ПО

В качестве клиентской ОС выбран стандартный для Raspberry Pi дистрибутив Linux Raspbian, основанный на Debian [6]. Дистрибутив поддерживается Raspberry Pi Foundation и рекомендован к установке. К его преимуществам можно отнести открытый исходный код, простоту установки и удобство настройки. Актуальной на момент разработки была версия Buster, вышедшая в феврале 2020 года.

Для RDP-клиента использовано ПО freerdp, актуальной на момент разработки версии 2.0.0. Данный программный продукт позволяет осуществлять подключение к RDP-серверам любой версии, просто и гибко настраивается для получения оптимальной производительности. Так как исходный код открыт, есть возможность скомпилировать бинарный файл для нужной архитектуры (в рассматриваемом проекте используется архитектура ARM).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Это пример заключения. По результатам проведенных исследований стало ясно, что ничего не ясно...

1. пунктик
2. пунктик
3. пунктик
4. пунктик
5. пунктик

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Олифер В., Олифер Н.* Компьютерные сети : Принципы, технологии, протоколы. — 5-е издание. — СПб. : Питер, 2017. — С. 992.
2. *Таненбаум Э., Уэзеролл Д.* Компьютерные сети. — 5-е издание. — СПб. : Питер, 2012. — С. 960.
3. *Service М.* Терминальная система как метод сокращения расходов на модернизацию оборудования компании. — URL: [http : / / www . megaservices.spb.ru/index2.php](http://www.megaservices.spb.ru/index2.php) (дата обр. 12.04.2020).
4. *Computer Aided Technology.* SOLIDWORKS 2020 System Requirements. — URL: [https : / / www . cati . com / software / solidworks - system - requirements/](https://www.cati.com/software/solidworks-system-requirements/) (дата обр. 12.03.2020).
5. *Dassault Systems.* SOLIDWORKS and SW PDM System Requirements. — URL: <https://www.solidworks.com/sw/support/SystemRequirements.html> (дата обр. 12.03.2020).
6. *Raspberry Pi Foundation.* Download Raspbian for Raspberry Pi. — URL: [https : / / www . raspberrypi . org / downloads / raspbian/](https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/) (дата обр. 17.03.2020).