

УДК 004.057.4

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ СТЕКА TCP/IP SMTP И FTP
ПРИ РАБОТЕ С ФАЙЛАМИ****Аскеров Салех Теймур оглы**

Студент группы ИУК5-61Б

Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э.

Баумана

askerovst1@student.bmstu.ru

Ткаченко Анастасия Владимировна

Аспирант кафедры ИУК5 «Системы обработки информации»

Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э.

Баумана

tkachenko_av@bmstu.ru

Романовский Илья Олегович

Студент группы ИУК5-61Б

Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э.

Баумана

romanovskiyio@student.bmstu.ru

Аннотация

В данной статье были рассмотрены протоколы стека TCP/IP для передачи данных SMTP и FTP с фокусом на их применимости в контексте работы с файлами. Также представлен анализ их скорости передачи данных, эффективности при медленных соединениях, задержки, уровень ошибок и безопасности.

Ключевые слова: TCP/IP, сетевые протоколы, передача данных, маршрутизация.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF TCP/IP SMTP AND FTP PROTOCOL
STACKS WHEN WORKING WITH FILES****Saleh T. Askerov,**

Student of group IUK5-61B

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch)

askerovst1@student.bmstu.ru

Anastasiya V. Tkachenko,

Postgraduate student of the Department of IUK5 "Information Processing Systems"

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch)

tkachenko_av@bmstu.ru

Vyacheslav O. Fadeev

Student of group IUK5-61B

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch)

fadeevvo@student.bmstu.ru

ABSTRACT

This article examines the TCP/IP stack protocols for data transmission, SMTP and FTP, with a focus on their applicability in file management contexts. It also provides an analysis of their data transfer speed, efficiency under slow connections, delay, error rates, and security.

Keywords: TCP/IP, network protocols, data transfer, routing.

Введение

В эпоху стремительного развития информационных технологий и увеличения объемов передаваемых данных эффективность и надежность сетевых протоколов становятся критически важными для обеспечения бесперебойного обмена информацией. Протоколы стека TCP/IP, такие как SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) и FTP (File Transfer Protocol), широко используются для передачи данных в различных сетевых средах. В данной статье проводится сравнительный анализ этих протоколов с акцентом на их производительность при передаче небольших файлов.

Обзор основных протоколов передачи файлов SMTP

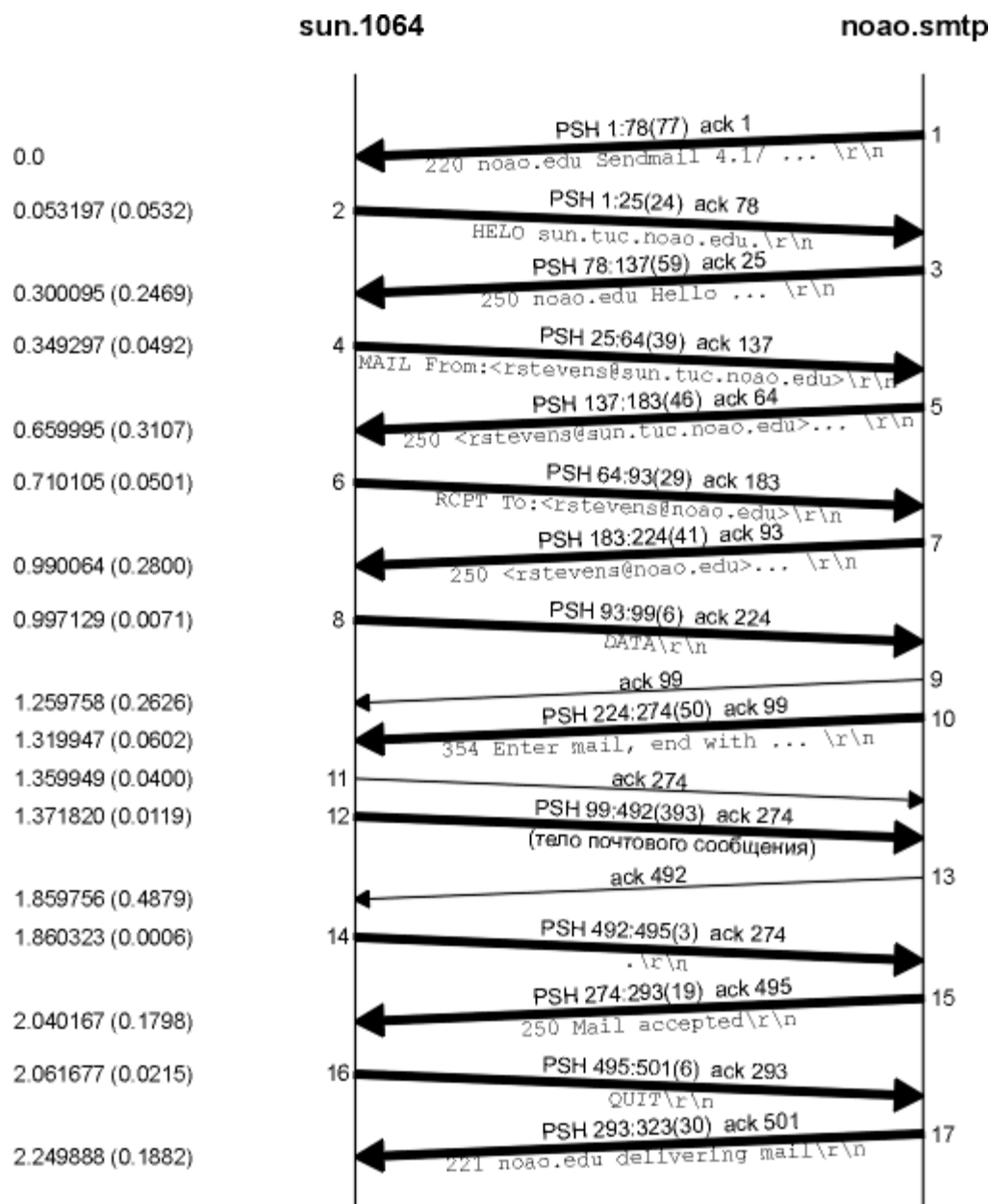
Основная задача SMTP-сервера заключается в отправке, получении и пересылке электронных писем между отправителем и получателем. Он обрабатывает сообщения, передавая их от одного пользователя к другому. Почтовый клиент или приложение пользователя могут настроить адрес SMTP-сервера, который будет указан в заголовке исходящих писем. Примером распространенного типа SMTP-сервера является сервер Gmail.

SMTP-сервер отличается от обычного сервера тем, что не обязательно размещается на физической машине. Вместо этого он функционирует как приложение, постоянно находящееся в активном состоянии для отправки и получения электронной почты.

SMTP использует две основные методики для передачи электронной почты:

End-to-end: на этом этапе SMTP-сервер клиента инициирует сеанс связи. SMTP-сервер получателя отвечает на запрос клиента. Этот способ транспортировки позволяет отправлять письма на серверы разных компаний, что делает его предпочтительным для обмена сообщениями между различными компаниями и доменами.

Store-and-forward: Эта методика применяется, когда отправитель и получатель принадлежат одной организации, и связь установлена через SMTP-сервер получателя. В этом случае SMTP-сервер создает и сохраняет копию письма до тех пор, пока получатель не подтвердит успешное получение.



где,
ack - подтверждение

Рисунок 1. Принцип доставки почты SMTP [1]

FTP

Термин "протокол передачи файлов" (FTP) относится к методу обмена файлами между устройствами через сеть. Этот процесс включает в себя возможность одной стороны отправлять или получать файлы от другой стороны через Интернет. Первоначально FTP использовался для передачи данных между двумя физическими устройствами, но теперь его часто применяют для хранения файлов в облаке – безопасном месте, доступном для удаленного доступа.

FTP позволяет частным лицам и компаниям обмениваться электронными файлами без необходимости находиться в одном месте. Это можно сделать с помощью FTP-клиента или через облачные сервисы. В обоих случаях обе стороны должны иметь подключение к Интернету.

Большинство веб-браузеров оснащены встроенными FTP-клиентами, которые позволяют пользователям передавать файлы между их компьютером и сервером. Однако

многие пользователи предпочитают использовать сторонние FTP-клиенты, поскольку они предлагают дополнительные функции.

Первоначально FTP был разработан для обмена файлами между двумя физическими компьютерами. Однако с развитием технологий пользователи могут передавать файлы через облачные сервисы. Использование облака позволяет передавать файлы в любое время и из любого места, что делает этот метод удобным и доступным по цене.

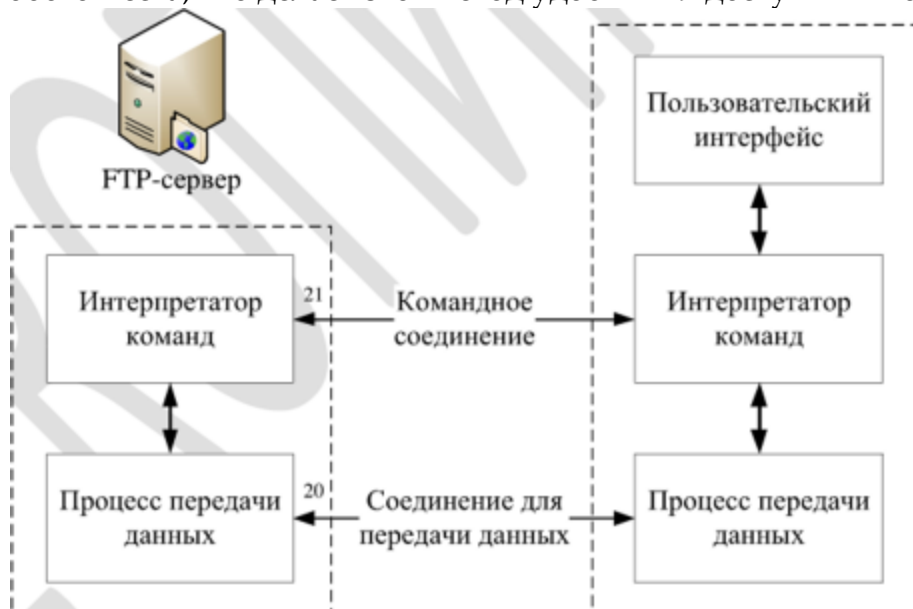


Рисунок 2. Передача файлов по FTP [2]

Сравнение протоколов SMTP и FTP при работе с файлами

Скорость передачи данных

SMTP изначально разработан для отправки электронных писем и передачи текстовых сообщений. Хотя он может использоваться для отправки файлов в виде вложений, это не является его основной функцией. При передаче файлов через SMTP происходит инкапсуляция данных в формате MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions), что приводит к дополнительным накладным расходам.

FTP специально разработан для передачи файлов и обладает оптимизированной архитектурой для этой задачи. Он использует два соединения: управляющее и данные, что позволяет эффективно управлять процессом передачи.

Среднее время передачи файла размером 5 Мб по SMTP составило 300 секунд, отсюда получаем скорость 133 Кбит/с. По FTP такие же файлы отправлялись в среднем за 10 секунд, скорость выше в 30 раз и составляет 4 Мбит/с.

Эффективность при медленных соединениях

При медленных интернет-соединениях SMTP сталкивается с рядом проблем, которые значительно снижают его эффективность. Одной из главных проблем является увеличение накладных расходов из-за необходимости кодирования данных в формат MIME. Этот процесс инкапсуляции данных в специальные форматы, необходимые для передачи через электронную почту, увеличивает общий объем данных, что значительно замедляет передачу файлов.

Кроме того, SMTP зависим от почтовых серверов, через которые происходит передача сообщений. Эти серверы могут подвергаться нагрузкам и задержкам, что добавляет дополнительное время к общему процессу передачи. Например, если почтовый сервер перегружен или работает медленно, передача файла может быть отложена или замедлена, что особенно критично при низкой скорости соединения.

Ещё одной значительной проблемой при использовании SMTP является его низкая устойчивость к прерываниям соединения. В случае разрыва соединения передача файла может быть полностью прервана и начаться заново с самого начала, а не возобновиться с того места, где она остановилась. Это означает, что вся работа по передаче файла может быть потеряна, и пользователю придется заново передавать файл, что еще больше увеличивает общее время передачи и снижает эффективность.

Одним из ключевых преимуществ FTP является возможность возобновления передачи файла с места остановки в случае разрыва соединения. Это особенно полезно при медленных или нестабильных интернет-соединениях, так как позволяет избежать повторной передачи всего файла с самого начала. FTP-клиенты могут быть настроены для оптимальной работы при низкой скорости соединения, что позволяет гибко управлять процессом передачи и адаптироваться к текущим сетевым условиям.

В условиях медленных соединений FTP демонстрирует высокую эффективность благодаря низким накладным расходам, возможности возобновления передачи и гибкости в управлении пропускной способностью. Прямое соединение между клиентом и сервером обеспечивает минимальные задержки и позволяет передавать файлы быстрее и надежнее.

Задержка

Первичным источником задержки в SMTP является необходимость кодирования данных в формат MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions). Этот этап включает преобразование файла в текстовый формат, что увеличивает его объем приблизительно на 33%. Дополнительный объем данных требует больше времени на передачу, что особенно ощутимо в условиях медленного интернет-соединения.

Почтовые серверы, через которые проходит сообщение, могут добавлять значительные задержки. Каждый промежуточный сервер выполняет операции по обработке, маршрутизации и временной буферизации данных, что увеличивает общее время доставки. В случае перегрузки серверов или их низкой производительности задержки могут многократно возрастать.

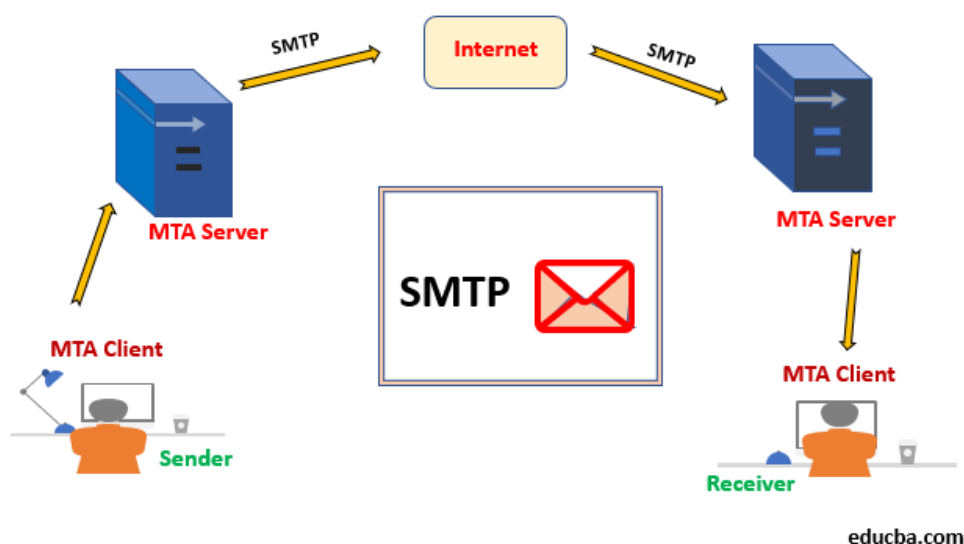


Рисунок 3. Путь SMTP сообщения [3]

FTP устанавливает прямое соединение между клиентом и сервером, что исключает необходимость промежуточной маршрутизации данных через несколько серверов. Это позволяет минимизировать задержки, связанные с маршрутизацией и обработкой данных.

Отсутствие необходимости кодирования данных в текстовый формат, как это требуется в SMTP, также значительно снижает накладные расходы. FTP передает данные в бинарном формате, что позволяет избежать увеличения объема передаваемых данных и, соответственно, уменьшить время передачи.

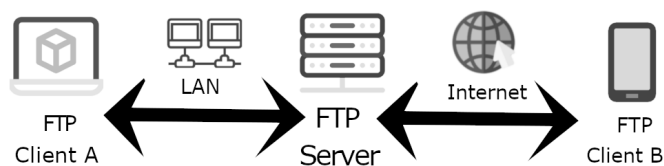


Рис. 4. Соединение FTP [4]

Уровень ошибок при передаче

SMTP использует текстовый формат для передачи данных, что требует кодирования бинарных файлов в формат MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions). Этот процесс кодирования увеличивает общий объем данных и усложняет передачу, что может способствовать возникновению ошибок. Ошибки при кодировании и декодировании данных могут приводить к повреждению файлов или необходимости повторной передачи.

Почтовые серверы, через которые проходит сообщение, могут добавлять значительные задержки. Каждый промежуточный сервер выполняет операции по обработке, маршрутизации и временной буферизации данных, что увеличивает общее время доставки. В случае перегрузки серверов или их низкой производительности задержки могут многократно возрастать.

```

500 Syntax error, command unrecognized
[This may include errors such as command line too long]
501 Syntax error in parameters or arguments
502 Command not implemented
503 Bad sequence of commands
504 Command parameter not implemented
211 System status, or system help reply
214 Help message
[Information on how to use the receiver or the meaning of a
particular non-standard command; this reply is useful only to the human user]
220 Service ready
221 Service closing transmission channel
421 Service not available, closing transmission channel
[This may be a reply to any command if the service knows it must shut down]
250 Requested mail action okay, completed
251 User not local; will forward to
450 Requested mail action not taken: mailbox unavailable
[E.g., mailbox busy]
550 Requested action not taken: mailbox unavailable
[E.]

```

Рис. 5. Коды и значения SMTP [5]

FTP использует механизмы контроля целостности данных, такие как контрольные суммы и проверки целостности пакетов, что позволяет обнаруживать и исправлять ошибки на лету. Если возникает ошибка при передаче пакета, FTP может повторно передать только поврежденный пакет, что снижает необходимость полной повторной передачи файла.

FTP также обладает функцией возобновления передачи, которая позволяет продолжить передачу файла с места остановки в случае обрыва соединения. Это

существенно снижает вероятность ошибок, связанных с повторной передачей данных, и повышает общую надежность протокола.

331	Имя пользователя корректно, нужен пароль
332	Для входа в систему необходима аутентификация
350	Запрошенное действие над файлом требует большей информации
404	Данный удаленный сервер не найден
421	Процедура невозможна, канал закрывается
425	Открытие информационного канала невозможно
426	Канал закрыт, обмен прерван
434	Запрашиваемый хост недоступен
450	Запрошенная функция не реализована, файл не доступен, например, занят
451	Локальная ошибка, операция прервана
452	Ошибка при записи файла (недостаточно места)
500	Синтаксическая ошибка, команда не может быть интерпретирована (возможно она слишком длинна)
501	Синтаксическая ошибка (неверный параметр или аргумент)
502	Команда не используется (нелегальный тип MODE)
503	Неудачная последовательность команд
504	Команда не применима для такого параметра
530	Вход не выполнен! Требуется авторизация (not logged in)
532	Необходима аутентификация для запоминания файла
550	Запрошенная функция не реализована, файл недоступен, например, не найден
551	Запрошенная операция прервана. Неизвестный тип страницы.
552	Запрошенная операция прервана. Выделено недостаточно памяти
553	Запрошенная операция не принята. Недопустимое имя файла.

Рис. 6. Коды и значения ошибок FTP [6]

Безопасность

SMTP, изначально созданный для передачи электронной почты, не обладает встроенными механизмами шифрования или аутентификации. Это делает его уязвимым для различных видов атак, таких как перехват и подмена сообщений. Отправляемые файлы, будучи вложениями к электронным письмам, могут быть скомпрометированы на пути к получателю. Однако, есть возможность использования дополнительных механизмов безопасности, таких как цифровые подписи и шифрование сообщений с использованием сторонних инструментов.

FTP также не предоставляет непосредственных механизмов шифрования или аутентификации по умолчанию. Есть возможность использования аутентификации по паролю или ключам SSH. Однако, на основе стандартного FTP были разработаны более безопасные протоколы, такие как FTPS (FTP Secure) и SFTP (SSH File Transfer Protocol), которые обеспечивают шифрование данных и аутентификацию.

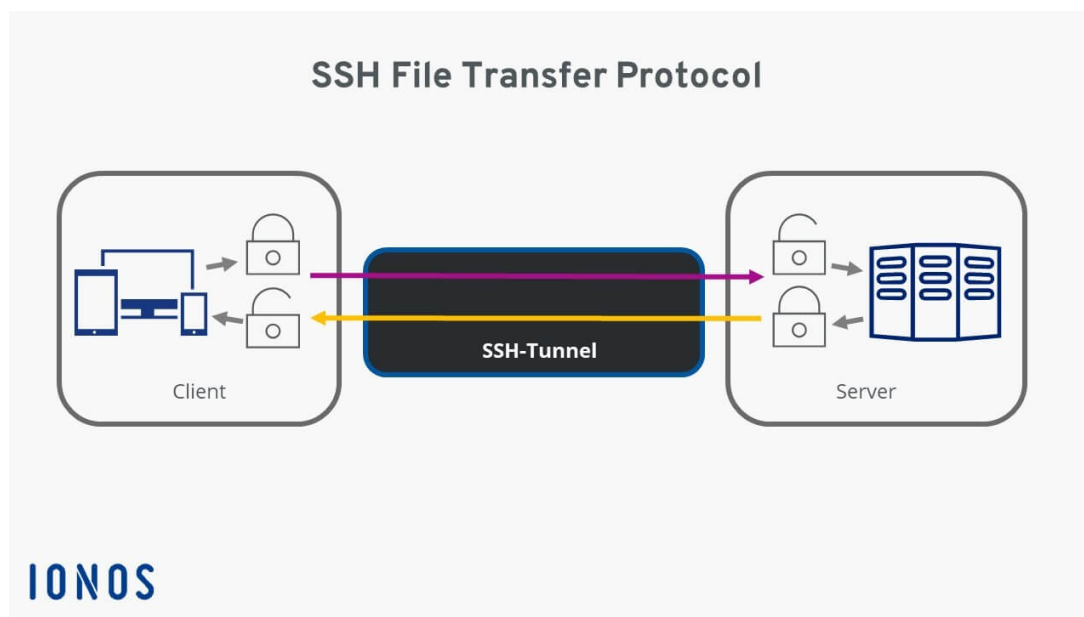


Рис. 7. Принцип работы SFTP [7]

Заключение

Исследование этих двух протоколов передачи данных при работе с файлами выявило различия и особенности каждого протокола по ряду параметров, таких как скорость передачи данных, эффективность при медленных соединениях, задержка, уровень ошибок и безопасность.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), хотя и широко используется для передачи электронной почты, оказался менее эффективным при передаче файлов, особенно в условиях нестабильных сетей. Это связано с его текстовым форматом и зависимостью от почтовых серверов, что может приводить к более высокому уровню ошибок и меньшей скорости передачи данных.

С другой стороны, FTP (File Transfer Protocol) обладает рядом преимуществ, таких как более низкий уровень ошибок, возможность возобновления передачи данных и более высокая скорость передачи, особенно в условиях медленных соединений. Однако, стандартный FTP не обеспечивает высокий уровень безопасности, и для защищенной передачи данных рекомендуется использовать защищенные версии протоколов, такие как FTPS или SFTP.

Таким образом, выбор между протоколами зависит от конкретных требований проекта: если требуется надежная и безопасная передача файлов, особенно больших объемов данных, то FTPS или SFTP могут быть более подходящими вариантами. Однако, если основным функционалом является отправка электронной почты с вложениями небольших размеров, то SMTP остается важным инструментом для этой цели.

Список литературы:

1. TCP/IP Крупным планом - SMTP: простой протокол передачи почты [Электронный ресурс] URL: <http://www.xserver.ru/computer/protokol/tcpip/3/28.shtml> (дата обращения 20.03.2024)
2. Прикладные протоколы TCP/IP, Протокол FTP - Инфокоммуникационные системы и сети. Конспект лекций [Электронный ресурс] URL: https://ozlib.com/940998/tehnika/prikladnye_protokoly_tcpip (дата обращения 20.03.2024)

3. Simple Mail Transfer Protocol | Learn How does the SMTP Work? [Электронный ресурс] URL: <https://www.educba.com/simple-mail-transfer-protocol/?source=leftnav> (дата обращения 20.03.2024)
4. Протокол передачи файлов представляет собой набор правил передачи файлов. В его задачи входит: [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/8473822/page:22/> (дата обращения 20.03.2024)
5. Протокол smtp предназначен для: Что такое SMTP-протокол и как он устроен? | Дроппинг | Dropshipping в России [Электронный ресурс] URL: <https://russia-dropshipping.ru/raznoe/protokol-smtp-prednaznachen-dlya-chto-takoe-smtp-protokol-i-kak-on-ustroen.html#i-6> (дата обращения 20.03.2024)
6. Список кодов ответов FTP – Википедия [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_кодов_ответов_FTP (дата обращения 20.03.2024)
7. What is SFTP (SSH File Transfer Protocol)? - IONOS [Электронный ресурс] URL: <https://www.ionos.co.uk/digitalguide/server/know-how/sftp-ssh-file-transfer-protocol/> (дата обращения 20.03.2024)

References:

1. TCP/IP Close-up - SMTP: Simple Mail Transfer Protocol [Electronic resource] URL: <http://www.xserver.ru/computer/protokol/tcpip/3/28.shtml> (accessed March 20, 2024) (in Russian)
2. TCP/IP Application Protocols, FTP Protocol - Infocommunication Systems and Networks. Lecture Notes [Electronic resource] URL: https://ozlib.com/940998/tehnika/prikladnye_protokoly_tcpip (accessed March 20, 2024) (in Russian)
3. Simple Mail Transfer Protocol | Learn How does the SMTP Work? [Electronic resource] URL: <https://www.educba.com/simple-mail-transfer-protocol/?source=leftnav> (accessed March 20, 2024)
4. File Transfer Protocol is a set of rules for transferring files [Electronic resource] URL: <https://studfile.net/preview/8473822/page:22/> (accessed March 20, 2024) (in Russian)
5. SMTP Protocol is intended for: What is SMTP Protocol and How Does it Work? | Dropshipping in Russia [Electronic resource] URL: <https://russia-dropshipping.ru/raznoe/protokol-smtp-prednaznachen-dlya-chto-takoe-smtp-protokol-i-kak-on-ustroen.html#i-6> (accessed March 20, 2024) (in Russian)
6. List of FTP Response Codes - Wikipedia [Electronic resource] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_кодов_ответов_FTP (accessed March 20, 2024) (in Russian)
7. What is SFTP (SSH File Transfer Protocol)? - IONOS [Electronic resource] URL: <https://www.ionos.co.uk/digitalguide/server/know-how/sftp-ssh-file-transfer-protocol/> (accessed March 20, 2024).