



Брестский государственный
технический университет



web технологии

HTTP /2

Весна 2022



ФАКУЛЬТЕТ
ЭЛЕКТРОННО-
ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

План лекции

- Проблемы HTTP /1.1
- Протокол SPDY
- HTTP 2

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, green, yellow, orange, and pink, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

Зачем нам нужен HTTP/2?

Ведь сайты, использующие HTTP/1, все равно прекрасно функционируют, не так ли?

Что же такое HTTP/2 на самом деле?

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, dynamic effect.

Проблемы HTTP /1

На основе протокола HTTP/1.1 создана большая часть сайтов в Internet, и до определенного времени он достаточно хорошо выполнял свои функции (для технологии 20-летней давности).

Однако сейчас количество Internet-пользователей значительно возросло, а сайты из простых статических страниц превратились в полностью интерактивные.

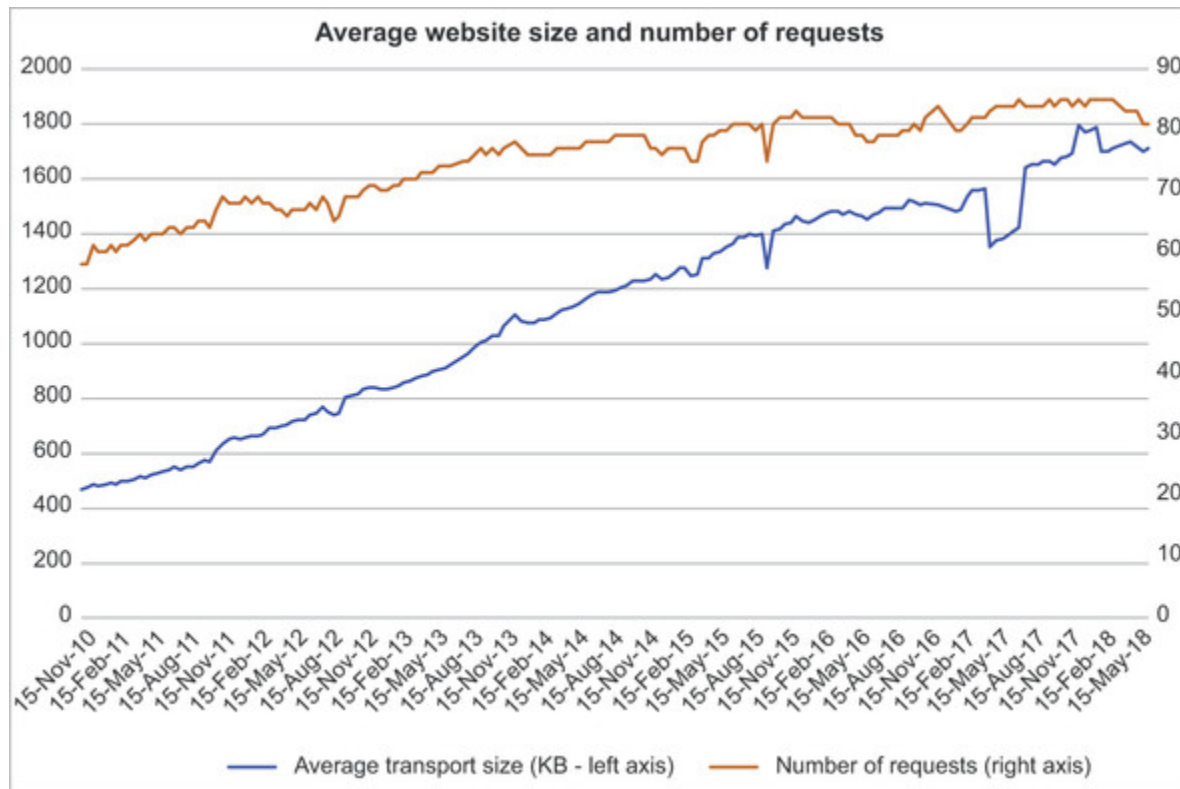


Проблемы HTTP /1

На сайте проекта HTTP Archive (<https://httparchive.org/reports/state-of-the-web>) вы можете проследить развитие сайтов за последние восемь лет, как показано на рисунке

Не обращайте внимания на небольшой спад графика в мае 2017 года, который связан с проблем измерения в HTTP Archive.

Проблемы HTTP /1



INTERNET ARCHIVE

WayBackMachine



Explore more than 306 billion [web pages](#) saved over time



Tools

[Wayback Machine Availability API](#)
Build your own tools.

[WordPress Broken Link Checker](#)
Banish broken links from your blog.



Subscription Service

Archive-It enables you to capture, manage and search collections of digital content without any technical expertise or hosting facilities. [Visit Archive-It to build and browse the collections.](#)



Save Page Now

SAVE PAGE

Capture a web page as it appears now for use as a trusted citation in the future.



Feedback



Проблемы HTTP /1

Как вы можете заметить, в среднем веб-сайт совершает 80–90 запросов ресурсов и загружает около 1,8 Мб данных (учитывается объем данных, передаваемых по сети, включая текстовые ресурсы, сжатые с помощью gzip или аналогичных приложений).

Размер страниц веб-сайтов, не использующих сжатие, составляет около 3 Мб, что вызывает проблемы при их загрузке на таких сетевых устройствах, как мобильные телефоны.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

Проблемы HTTP /1

Изначально веб-страницы были статичны, но, по мере того как веб становился более интерактивным, на стороне серверов появилась возможность динамической генерации содержимого страниц посредством таких технологий, как общий интерфейс запускаемых клиентом приложений (Common Gateway Interface, CGI) и Java Servlet/Java Server Pages (JSP).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

Проблемы HTTP /1

На следующем этапе развития произошел переход от полного формирования страниц на стороне сервера к базовым страницам в формате HTML, созданным на основе технологии AJAX (Asynchronous JavaScript and XML), позволяющей осуществлять дополнительные запросы к серверу на стороне клиента.

Такие запросы дают возможность изменения содержимого веб-страницы без необходимости полной перезагрузки страницы или динамической генерации копии содержимого на стороне



Проблемы HTTP /1

На ранней стадии развития веба, еще до того, как появились первые поисковые системы, основными помощниками при поиске информации в Internet были статические веб-хранилища сайтов и страниц, которые к тому же обновлялись крайне редко.

Затем возникли первые поисковые системы, с помощью которых пользователи отправляли поисковые формы и получали результаты от сервера динамические страницы, генерируемые на стороне сервера).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

Сегодня на большинстве поисковых сайтов при вводе текста в поисковую строку еще до нажатия кнопки Поиск раскрывается меню, где пользователю предлагается несколько вариантов продолжения его запроса. В этом отношении компания Google пошла еще дальше и представила функцию показа запросов, введенных пользователями (летом 2017 года она была тменена, поскольку все больше поисковых запросов совершалось с мобильных устройств, и эта функция утратила свое значение).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

Представим, что у нас есть простая статическая веб-страница, на которой размещен текст и два изображения, а переход запроса к статическому веб-серверу через Internet занимает 50 миллисекунд (мс).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

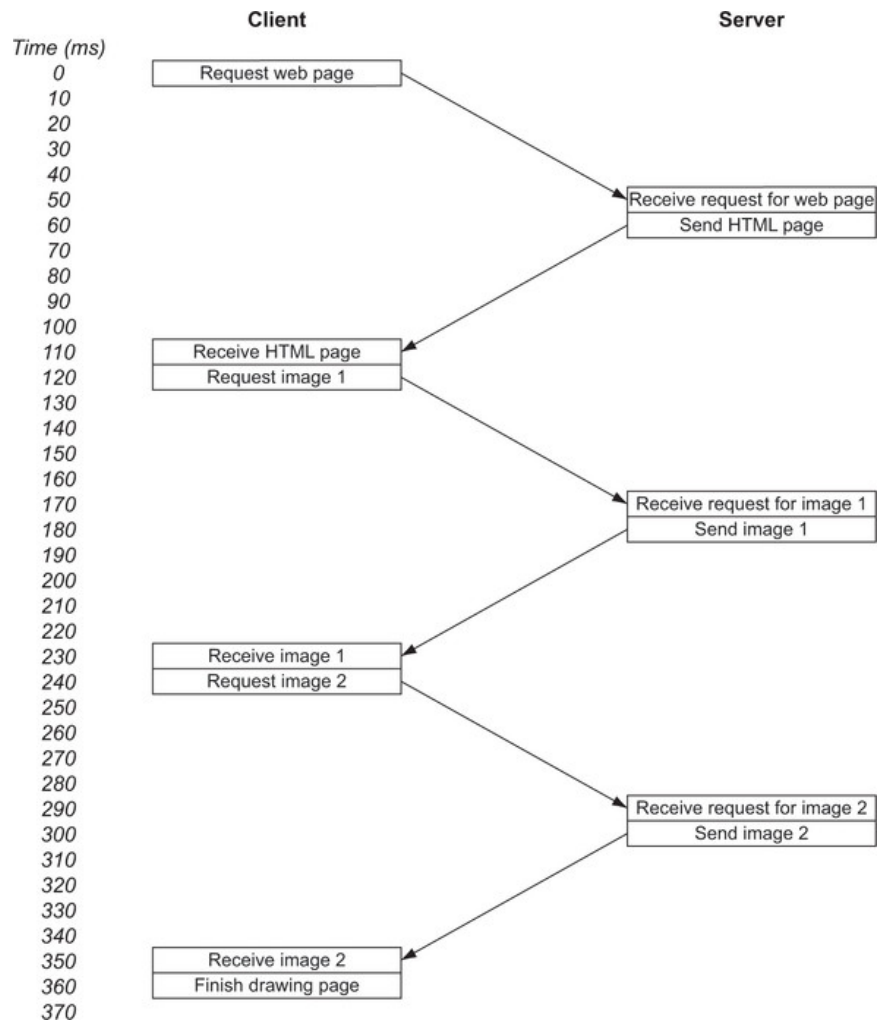
Проблемы HTTP /1

В подобных случаях веб-сервер просто выбирает файл из файлового сервера и отправляет его обратно примерно за 10 мс. Также веб-браузеру требуется 10 мс для обработки изображения и отправки следующего запроса.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

Эти цифры гипотетичны – если вы пользуетесь системой управления контентом (Content management system, CMS), позволяющей мгновенно создавать страницы, то 10 мс будет приблизительным значением, которое зависит от того, какой тип информации обрабатывается сервером и/или базой данных.



A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

В рамках представлены стадии обработки на стороне клиента или сервера, а стрелки представляют собой сетевой трафик. На этом примере видно, сколько времени уходит на отправку сообщений туда и обратно.



Проблемы HTTP /1

Из 360 мс, необходимых для отображения готовой страницы, только 60 мс было потрачено на обработку запросов со стороны клиента или браузера. 300 мс (более 80 % времени) было потрачено на ожидание передачи сообщений через Internet. В это время веб-браузер и веб-сервер мало что делают – это напрасная трата времени и основная проблема протокола HTTP.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Проблемы HTTP /1

На отметке 120 мс, после того как браузер запросил первое изображение, ему уже известно, что понадобится второе изображение, но он ждет, когда соединение освободится, и вплоть до отметки 240 мс не может отправить запрос.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a vibrant, abstract pattern.

Проблемы HTTP /1

Одна из самых больших проблем современного Internet – это величина задержки, а не сама пропускная способность. Задержка показывает, сколько времени требуется, чтобы отправить одно сообщение на сервер, тогда как пропускная способность показывает максимальный объем информации, который пользователь может загрузить в сообщении.



Проблемы HTTP /1

Новые технологии способствуют увеличению значения пропускной способности (что помогает решить проблему увеличения размера веб-сайтов), но величина задержки остается прежней (что не позволяет увеличивать количество запросов). Значение задержки ограничено постоянной физической величиной (скоростью света).

Проблемы HTTP /1

Данные, передаваемые по оптоволоконным кабелям, уже идут со скоростью, близкой к скорости света, и, несмотря на развитие технологий, значительно повлиять на скорость данных невозможно.



Проблемы HTTP /1

Майк Бэлш (Mike Belshe) из компании Google провел несколько экспериментов, согласно результатам которых мы достигли точки убывающей отдачи от увеличения пропускной способности.





Конвейеризация HTTP/1.1

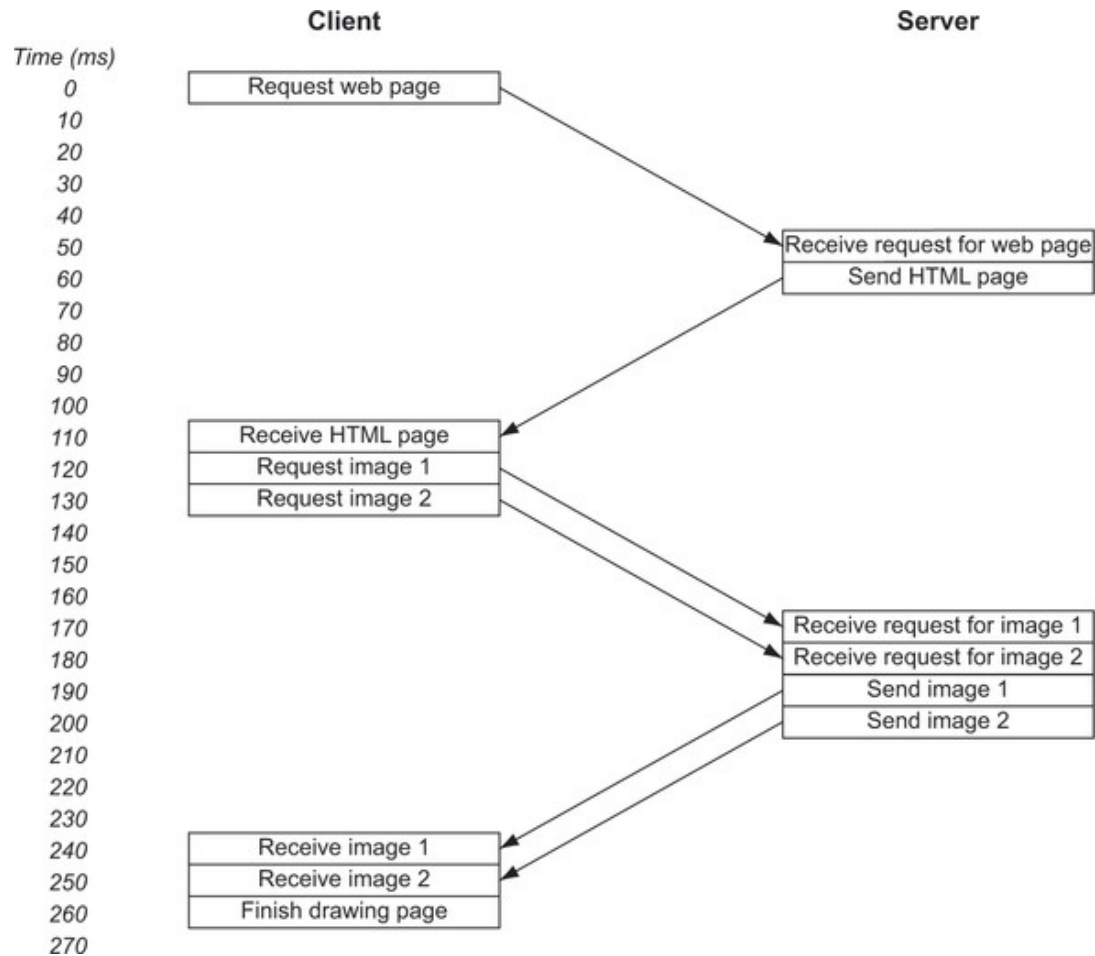
Разработчики HTTP/1.1 попытались реализовать конвейерную обработку данных, которая позволяет отправлять конкурентные запросы еще до получения ответов, благодаря чему становится возможной параллельная отправка запросов.

Исходный код HTML по-прежнему нужно запрашивать отдельно, но, например, в случае, если браузеру потребуется загрузить два изображения, он сможет запросить их одно за другим.



Конвейеризация HTTP/1.1

Но даже при условии, что многие серверы станут поддерживать конвейеризацию, ответы все равно должны возвращаться в том порядке, в котором они были запрошены. В случае, если изображение 2 доступно для скачивания, но изображение 1 еще не получено с другого сервера, то второе изображение не будет загружено, хотя технология и подразумевает возможность мгновенной передачи файлов. Эту проблему также называют **блокировкой очереди** (head-of-line blocking, HOL).



A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, dynamic effect.

Каскадные диаграммы и анализ производительности

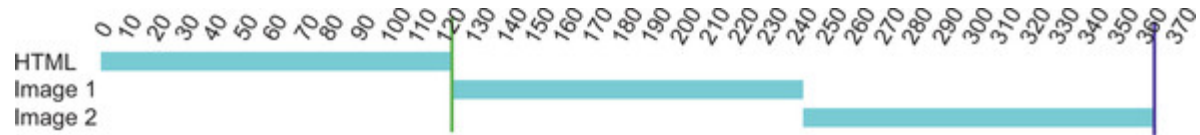
Потоки запросов и ответов изображённые на рисунках ниже часто приводятся в виде каскадных диаграмм, где в колонке слева находятся активы (нужные файлы), а сверху, по направлению слева направо, — время.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, dynamic effect.

Каскадные диаграммы

Такие диаграммы воспринимать легче, чем блок-схемы, используемые при наличии большого количества ресурсов.

На первом рисунке показана каскадная диаграмма для нашего гипотетического сайта, а на втором показан тот же сайт, но уже с использованием конвейерной обработки.



Каскадная диаграмма гипотетического сайта



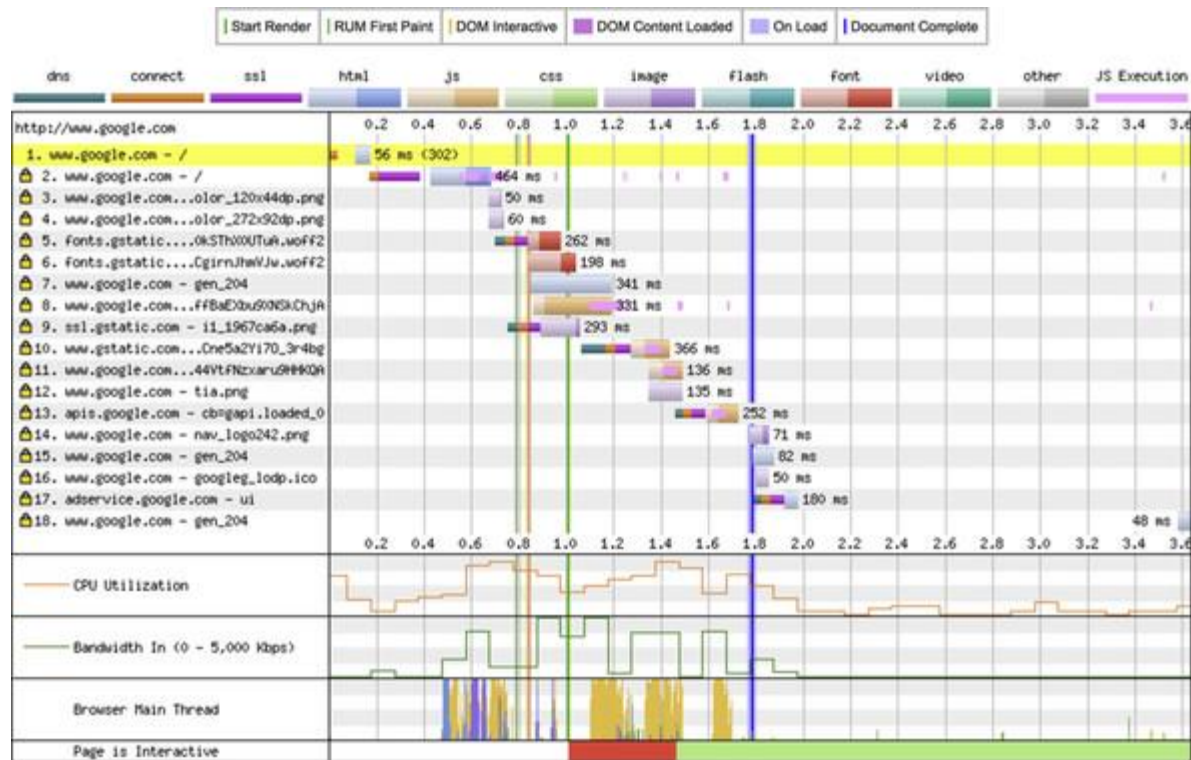
Каскадная диаграмма гипотетического сайта с использованием конвейеризации



Каскадные диаграммы

Существуют различные инструменты, такие как Webpagetest и инструменты разработчика в веб-браузере, создающие каскадные диаграммы, которые в свою очередь очень важны при анализе производительности веб-сайтов.

Большинство из таких инструментов разбивает общее время для каждого ресурса на компоненты (DNS и время соединения TCP), как показано на рисунке ниже.



Каскадная диаграмма, созданная с помощью webpagetest.org



Пути решения проблем

Обычно у пользователя использующего HTTP/1.1. есть два пути:

- создание параллельных HTTP-соединений;
- создание меньшего количества HTTP-запросов, но теоретически большего размера.



Создание параллельных HTTP-соединений

Один из самых простых способов решения проблемы блокировки HTTP/ 1.1 – использование нескольких соединений; благодаря распараллеливанию активными могут быть сразу несколько HTTP-запросов.



Создание параллельных HTTP-соединений

Кроме того, каждое HTTP-соединение будет функционировать независимо от других, что поможет обойти блокировку HQL, которую не позволяет обойти конвейеризация соединений.

Именно поэтому большинство браузеров открывают шесть соединений на один домен.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a vertical gradient.

Создание параллельных HTTP-соединений

Чтобы обойти ограничение на шесть соединений, многие веб-сайты размещают статические ресурсы, такие как изображения, CSS и JavaScript на поддоменах (например, `static.example.com`), что позволяет открывать еще шесть подключений для каждого нового домена.










Такой метод называется доменным разделением (не путать с сегментированием базы данных, хотя цели данных методов схожи).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

Создание параллельных HTTP-соединений

На рисунке ниже приведен пример того, как использует доменное разделение сайт `stackoverflow.com`: JQuery загружается из домена Google, скрипты и таблицы стилей из `cdn.static.net` и изображения из `i.stack.imgur.com`.

Создание параллельных HTTP-соединений

Name	Status	Domain	Type
 stackoverflow.com	200	stackoverflow.com	document
 jquery.min.js ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.12.4	200	ajax.googleapis.com	script
 stub.en.js?v=1ec6f067df10 cdn.sstatic.net/Js	200	cdn.sstatic.net	script
 stacks.css?v=4fe27c331a7b cdn.sstatic.net/Shared	200	cdn.sstatic.net	stylesheet
 primary-unified.css?v=92dbb274d371 cdn.sstatic.net/Sites/stackoverflow	200	cdn.sstatic.net	stylesheet
 yQoqq.png?s=48&g=1 i.stack.imgur.com	200	i.stack.imgur.com	png
 6HFc3.png i.stack.imgur.com	200	i.stack.imgur.com	png
 5d55j.png i.stack.imgur.com	200	i.stack.imgur.com	png
 vobok.png i.stack.imgur.com	200	i.stack.imgur.com	png

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

Создание параллельных HTTP-соединений

Использование параллельных HTTP-соединений кажется простым решением, однако это не совсем так, и у этого метода есть некоторые недостатки.

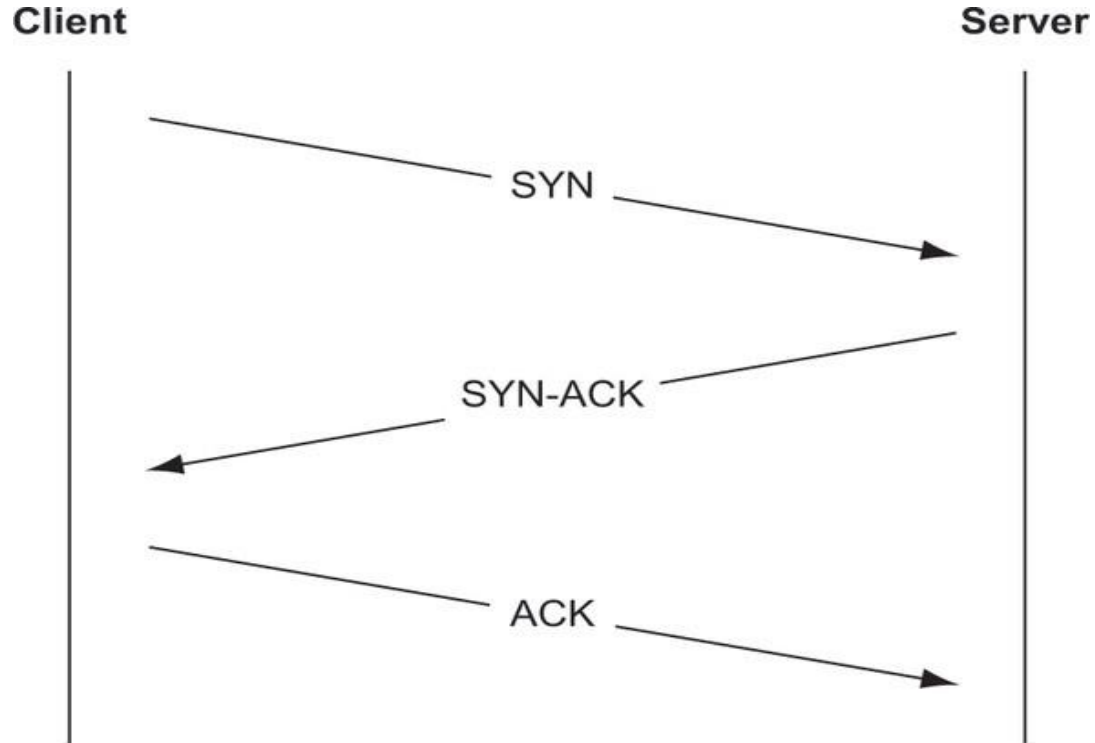
Например, появляются дополнительные расходы как для клиента, так и для сервера: запуск TCP-соединения требует времени, а поддержание соединения требует затрат памяти и увеличивает объем обработки.



Создание параллельных HTTP-соединений

Однако основная проблема параллельных HTTP-соединений заключается в неэффективности лежащего в основе протокола ТСР. Этот протокол обеспечивает надежную доставку данных, где каждый пакет имеет уникальный порядковый номер, а также повторно запрашивает любые пакеты, которые были потеряны в пути, выявляя отсутствующие порядковые номера.

Для установления TCP-соединения требуется «трехстороннее рукопожатие».





Создание параллельных HTTP-соединений

Рассмотрим данные шаги подробнее.

1. Клиент отправляет сообщение синхронизации (SYN) с порядковым номером пакета, на котором будут основываться номера всех последующих TCP-пакетов из этого запроса.
2. Сервер подтверждает полученные порядковые номера и отправляет клиенту ответный запрос синхронизации, где прописаны порядковые номера, которые он будет использовать.



Создание параллельных HTTP-соединений

Оба вышеописанных сообщения объединяются в одно сообщение SYN-ACK.

3. Затем клиент подтверждает информацию от сервера посредством отправки сообщения ACK.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a vertical gradient.

Создание параллельных HTTP-соединений

Чтобы отправить всего один HTTP-запрос, необходимо совершить три цикла приема и передачи информации (или 1,5 двусторонних цикла)!

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

Создание параллельных HTTP-соединений

Кроме того, запуск ТСР происходит очень осторожно, и до подтверждения отправляется лишь небольшое количество пакетов.

С течением времени окно перегрузки (CWND) постепенно увеличивается, так как уже становится ясно, что соединение может обрабатывать большие объемы информации и не терять при этом пакеты.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green.

Создание параллельных HTTP-соединений

Окно перегрузки контролирует алгоритм замедленного старта TCP.

Ввиду того, что TCP призван обеспечить надежное сетевое соединение, его задача – не допустить перегрузку сети.



Сокращение количества запросов

Другой распространенный метод оптимизации – сокращение количества необязательных запросов (путем кеширования ресурсов в браузере) или передача определенного объема данных путем выполнения меньшего количества запросов.

Первый метод предусматривает использование кеширования. Второй метод заключается в сборе ресурсов в комбинированные файлы.

Изображения группируются посредством спрайтинга.



Сокращение количества запросов

Если на вашем веб-сайте размещено несколько иконок социальных сетей, вы можете использовать отдельный файл для каждой из них. Такой метод, однако, приведет к появлению большого количества HTTP-очередей, что значительно снизит эффективность.

Это происходит, потому что иконки представляют собой маленькие изображения, поэтому большая часть времени будет потрачена на их загрузку.

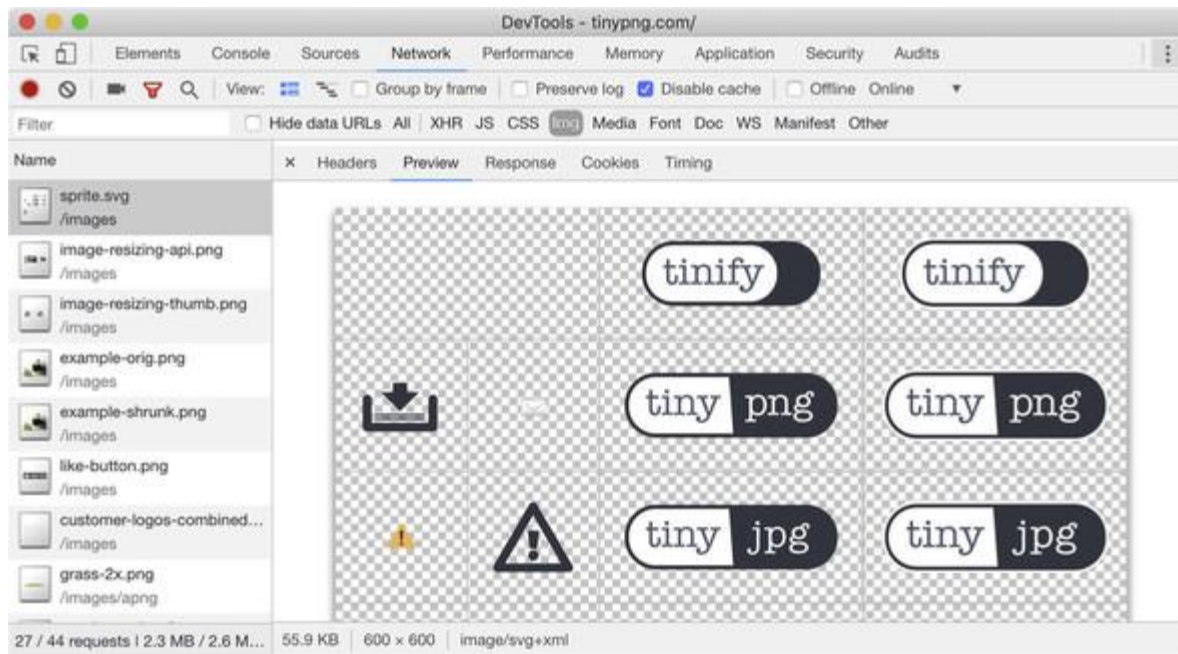
A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

Сокращение количества запросов

Во избежание такого исхода вы можете объединить иконки в большой графический файл, а затем средствами CSS извлекать части этого файла.

Таким образом, ваши изображения будут загружаться быстрее и эффективнее. На рисунке приведен пример вышеописанного графического файла, используемого в TinyPNG и содержащего все нужные иконки.

Сокращение количества запросов



A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

Сокращение количества запросов

Что касается CSS и JavaScript, многие веб-сайты объединяют несколько файлов в один, благодаря чему файлов становится меньше, но при этом не уменьшается объем кода.

Эта конкатенация часто сопровождается минимизацией CSS или JavaScript путем удаления неотображаемых знаков, комментариев и других ненужных элементов.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

Сокращение количества запросов

Существуют и другие методы. Например, встраивание ресурсов в другие файлы.

Критически важный код CSS часто включается непосредственно в HTML, например с помощью тегов `<style>`.

Также изображения могут быть встроены в CSS в виде инструкций масштабируемой векторной графики (Scalable Vector Graphic, SVG) или двоичных файлов в кодировке base64, что позволяет обойтись без дополнительных HTTP-запросов.

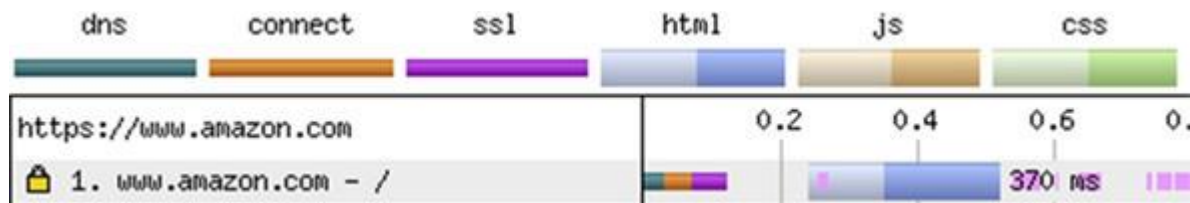


Сокращение количества запросов

И последний недостаток связан с кешированием. Если вы кешируете свои спрайт-файлы в течение длительного времени (чтобы посетители сайта не загружали их слишком часто), а затем захотите добавить изображение, браузеру придется загрузить весь файл заново, даже несмотря на то, что посетитель может не нуждаться в этом изображении.

A vertical decorative bar on the right side of the page, featuring a series of overlapping, semi-transparent circles in various colors including blue, green, yellow, orange, and pink, creating a bubbly, abstract effect.

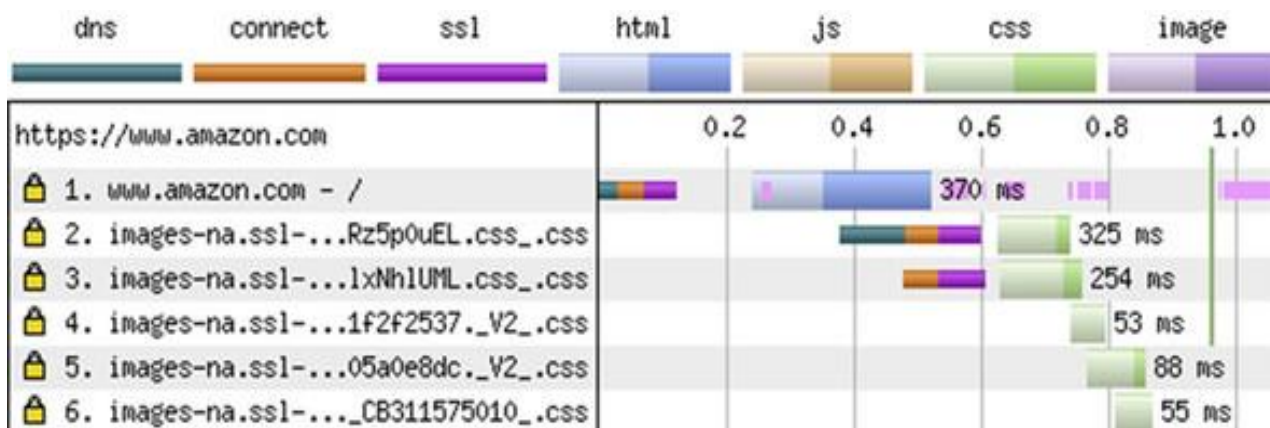
получится каскадная диаграмма как на рисунке
ниже можем увидеть многие проблемы HTTP/1.1.



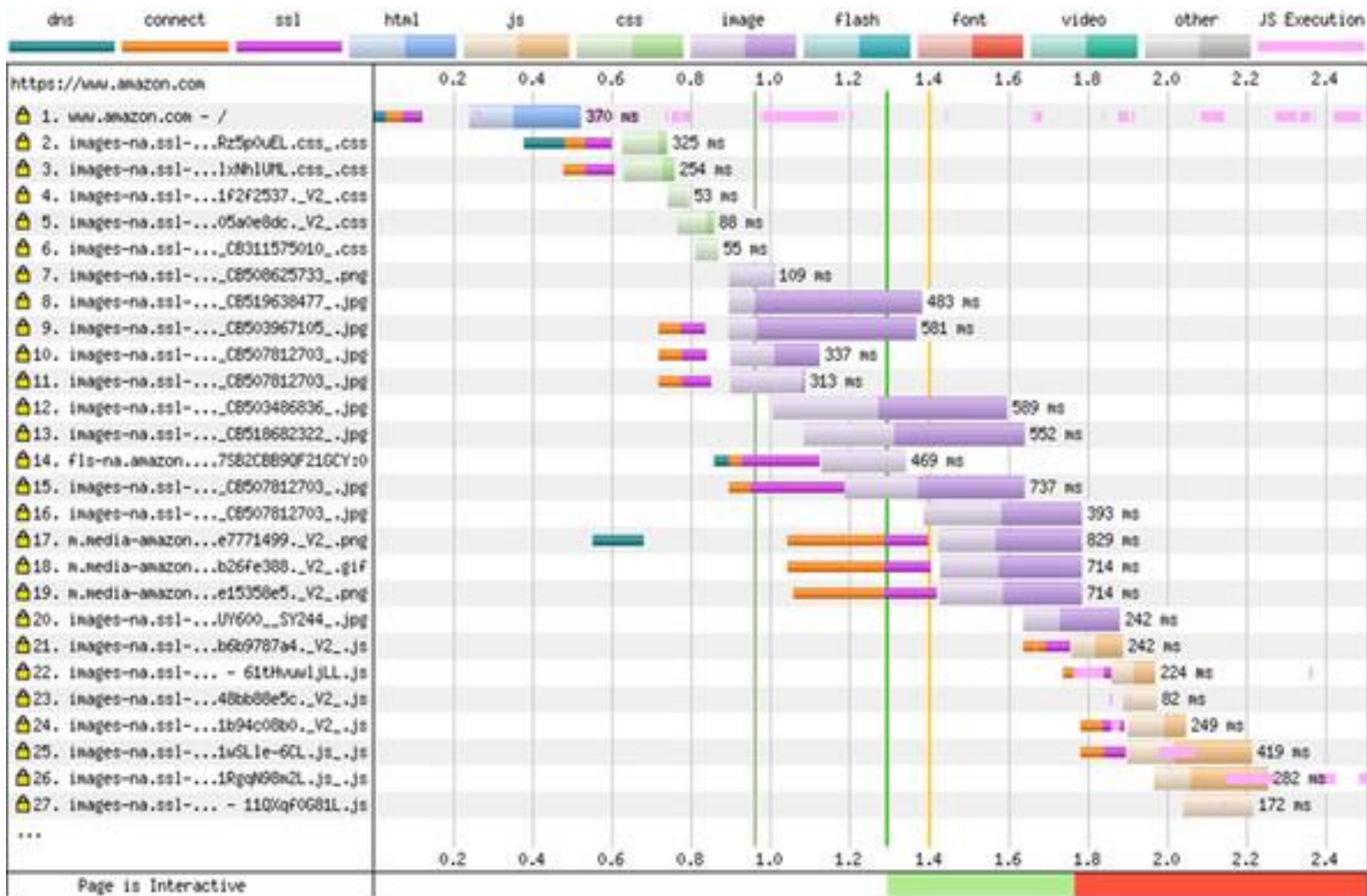
Первый запрос домашней страницы



Загрузка изображений



Пять запросов CSS-файлов





Вопросы для любознательных

- Сколько подключений придется установить для загрузки основного контента amazon.com?
- Сколько подключений придется установить для загрузки загрузки рекламных ресурсов к ним?
- Что загружается в первых шести соединениях?
- Для чего используются остальные соединения?
- Какие выводы вы можете сделать из анализа загрузки сайта?
- Как можно оптимизировать /ускорить загрузку?



SPDY

Они экспериментировали с этим протоколом в лабораторных условиях и получили отличные результаты – скорость загрузки страницы увеличивалась до 64 %.

Эксперименты проводились на копиях 25 реальных веб-сайтов, а не на гипотетических веб-сайтах.

SPDY



В 2009 году Майк Бэлш (Mike Belshe) и Роберт Пеон (Robert Peon) из Google объявили, что работают над новым протоколом под названием SPDY (название не является акронимом и произносится как speedy).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

SPDY

SPDY создан на основе HTTP, и при этом не внес в протокол кардинальных изменений, подобно HTTPS. HTTP-методы (GET, POST и т. д.) и концепция HTTP-заголовков в SPDY остались неизменными. SPDY работает на нижнем уровне, поэтому практически прозрачен для веб-разработчиков, владельцев серверов и, что особенно важно, для пользователей.

Любой HTTP-запрос просто преобразовывается в запрос SPDY, отправляется на сервер, а затем конвертируется обратно.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

SPDY

SPDY обладает обратной совместимостью, и его внедрение не требует грандиозных изменений и снижает риски. Именно поэтому SPDY добился успеха, чего мы не можем сказать о HTTP-NG. И если HTTP-NG пытался решить многочисленные проблемы HTTP/1, то основной целью SPDY было устранение ограничений производительности HTTP/1.1.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a vertical gradient.

SPDY

В нем представлено несколько важных концепций, таких как:

- мультиплексированные потоки (запросы и ответы использовали одно TCP-соединение и разбивались на чередующиеся пакеты, сгруппированные в отдельные потоки);



SPDY

- приоритизация запросов (позволила избежать появления новых проблем с производительностью при одновременной отправке всех запросов);
- сжатие HTTP-заголовков (появилась возможность сжимать не только тела, но и заголовки HTTP-запросов).

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

SPDY

С помощью текстового протокола запроса и ответа внедрить эти концепции не представлялось возможным, поэтому SPDY стал бинарным протоколом.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

SPDY

Благодаря этому одиночное соединение получило возможность обрабатывать небольшие сообщения, которые вместе формировали более крупные HTTP-сообщения, во многом так же, как TCP сам разбивает большие HTTP-сообщения на множество меньших TCP-пакетов, которые прозрачны для большинства реализаций HTTP. SPDY реализовал концепции TCP на уровне HTTP, так что теперь благодаря ему несколько HTTP-сообщений могут передаваться одновременно.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a vertical gradient.

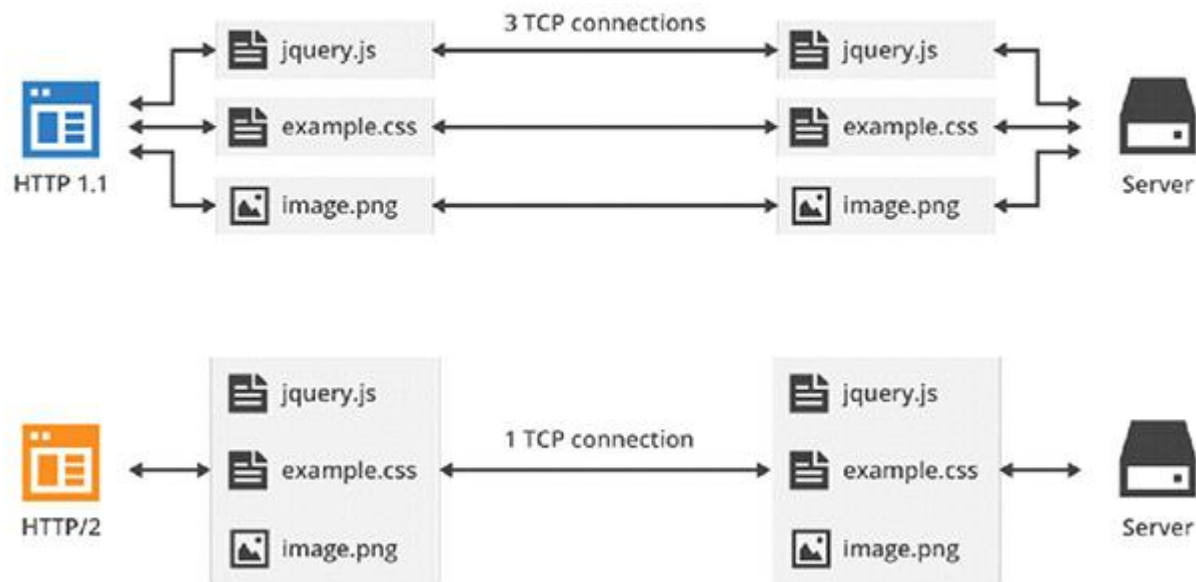
HTTP/2

К концу 2014 года спецификация HTTP/2 была представлена в качестве стандарта, а в мае 2015 года она была официально утверждена как FC 7450. Так как спецификация основывалась на SPDY, многие серверы почти сразу же ввели поддержку новой версии. С февраля 2015 года поддержку HTTP/2 ввел Firefox, а с марта 2015-го Chrome и Opera.

Чуть позже, в этом же году, к ним примкнули Internet Explorer 11, Edge и Safari.

HTTP/2

Multiplexing





HTTP/2

В качестве примера ускорения работы посмотрим на анализ с помощью <https://www.httpvshttps.com/>.

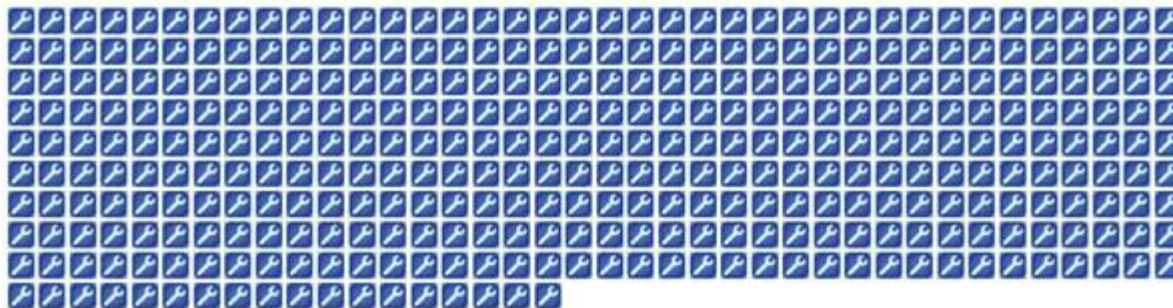
Данный сайт загружает 360 уникальных изображений по трем технологиям (HTTP, HTTPS, HTTP/2) с использованием JavaScript. Затем можно сравнить результаты.

Результат проведенного нами теста показан на рисунке на следующем слайде.

HTTP/2

HTTP HTTPS HTTP/2 1.731s 10.471s - HTTP2 is 83% faster than HTTP
10.533s - HTTP2 is 84% faster than HTTPS

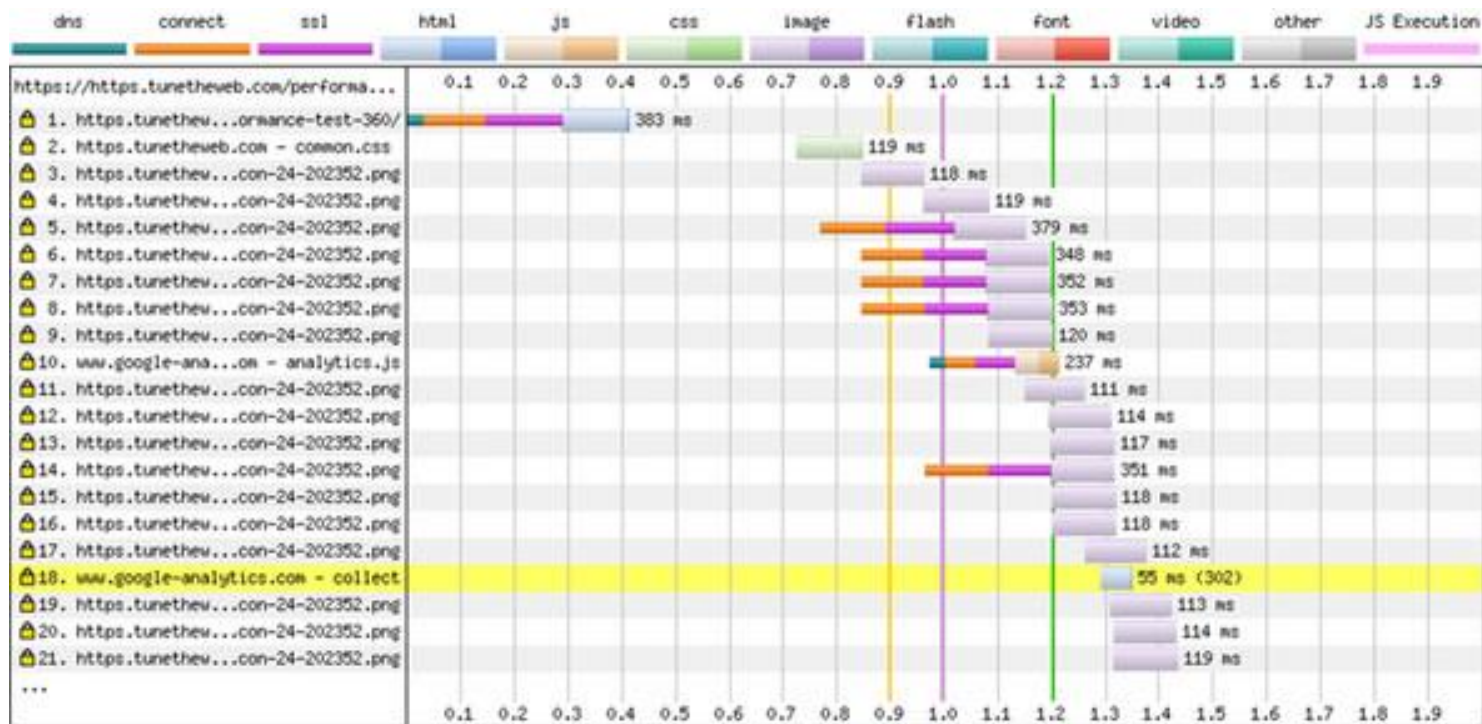
Images will load below.



Согласно проведенному тесту, версии HTTP для загрузки страницы и всех изображений понадобилось 10,471 с, а версии HTTPS – 10,533 с.

HTTP/2 загрузил сайт за 1,731 с, что на 83 % быстрее, чем HTTP и HTTPS.

HTTP/2



HTTP/2



HTTP/2



A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a bubbly, abstract effect.

HTTP/2

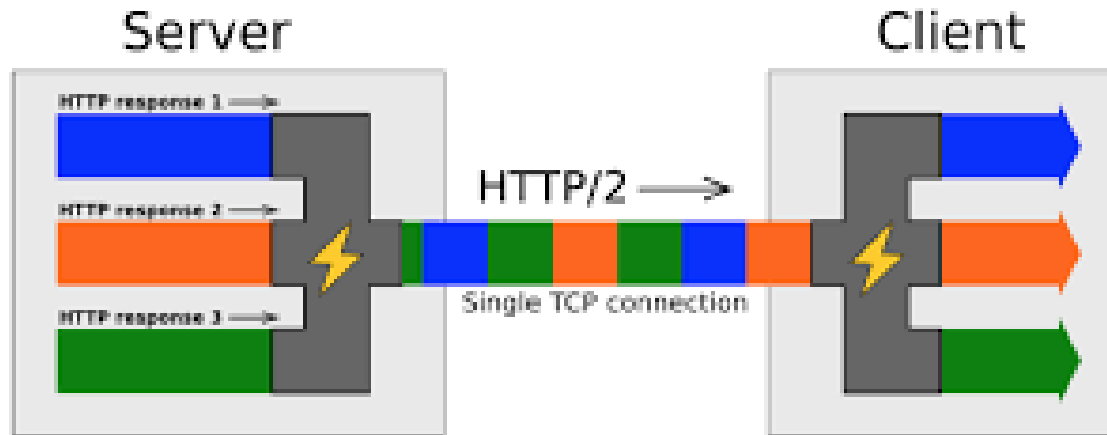
При использовании HTTPS происходит уже знакомая нам задержка, возникающая при установке дополнительных соединений и последующей загрузке изображений партиями по 6 штук.

Однако при использовании HTTP/2 все изображения запрашиваются одновременно, и задержки не происходит.

HTTP/2

При использовании HTTP/2 в некоторых случаях запросы могут занимать больше времени из-за низкой пропускной способности у клиента или сервера.

HTTP/2 Inside: multiplexing





HTTP/2

Необходимость использовать несколько соединений в HTTP/1 всегда создает очереди из 6 запросов. HTTP/2 использует лишь **одно соединение, разделенное на потоки**.

Теоретически в этом случае ограничения устраняются, однако во многих реализациях могут возникать иные ограничения.

Например, страница из примера размещена на сервере Apache, который по умолчанию ограничивается 100 запросами на одно соединение.

HTTP/2

Протокол	Время загрузки	Первый байт	Начать отрисовки	Визуальная готовность	Индекс скорости
HTTP/1	2,616	0,409 с	1,492 с	2,900 с	1692
HTTP/2	2,337	0,421 с	1,275 с	2,600 с	1317
Разница	11 %	−3 %	15 %	10 %	22 %

Прирост производительности сайта Amazon,
полученный благодаря HTTP/2

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

HTTP/2

В данной таблице представлены несколько терминов, широко используемых в области веб-производительности:

- **время загрузки** – это время, необходимое странице для отправки события onload, после загрузки всех CSS и блокирующих JavaScript;

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

HTTP/2

- **первый байт** – это время, необходимое для получения первого ответа от веб-сайта.

Обычно он представляет собой первый реальный ответ, не предусматривающий перенаправления;



HTTP/2

- **Начало рендеринга** – это момент начала визуализации страницы.

Данный показатель является ключевым параметром производительности, так как, если у сайта возникнут проблемы с визуализацией, пользователи, скорее всего, откажутся от его использования;



HTTP/2

- **Завершение рендеринга** — это момент, когда страница перестает меняться.

Зачастую асинхронный JavaScript все еще меняет вид страницы после события окончания загрузки;

- **Индекс скорости** — это показатель WebPagetest, который указывает среднее время загрузки элементов страницы в мс .

Поддержка HTTP/2 браузерами

HTTP/2 protocol - OTHER

Usage

% of all users

Global

80.13% + 3.08% = 83.21%

Networking protocol for low-latency transport of content over the web. Originally started out from the SPDY protocol, now standardized as HTTP version 2.

Current aligned Usage relative Date relative Show all

IE	Edge *	Firefox	Chrome	Safari	iOS Safari *	Opera Mini *	Chrome for Android	UC Browser for Android	Samsung Internet
			PI 49						
			PI 63						
			PI 66		PI 10.3				
			PI 67		PI 11.2				PI 4
PI 11	PI 17	PI 61	PI 68	PI 11.1	PI 11.4	all	PI 67	11.8	PI 7.2
	PI 18	PI 62	PI 69	PI 12	PI 12				
		PI 63	PI 70	PI TP					
			PI 71						

Notes Known issues (0) Resources (6) Feedback

See also support for the [SPDY protocol](#), precursor of HTTP2.

¹ Partial support in IE11 refers to being limited to Windows 10.

² Only supports HTTP2 over TLS (https)

⁴ Only supports HTTP2 if servers support protocol negotiation via ALPN

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in various colors including blue, yellow, orange, pink, and green, arranged in a gradient-like fashion from top to bottom.

Поддержка HTTP/2 серверами

Поддержка HTTP/2 серверами развивалась не так быстро, как браузерами, но сегодня практически все серверы добавили поддержку новой версии.

На сайте **Github** можно найти список реализаций HTTP/2 как на стороне клиента, так и на стороне сервера.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

HTTP/2 и CDN

CDN – это форсированные обратные прокси-серверы.

До появления HTTP/2 их использовали преимущественно для повышения производительности, но, как оказалось, они также могут облегчить переключение сервера на новую версию протокола.



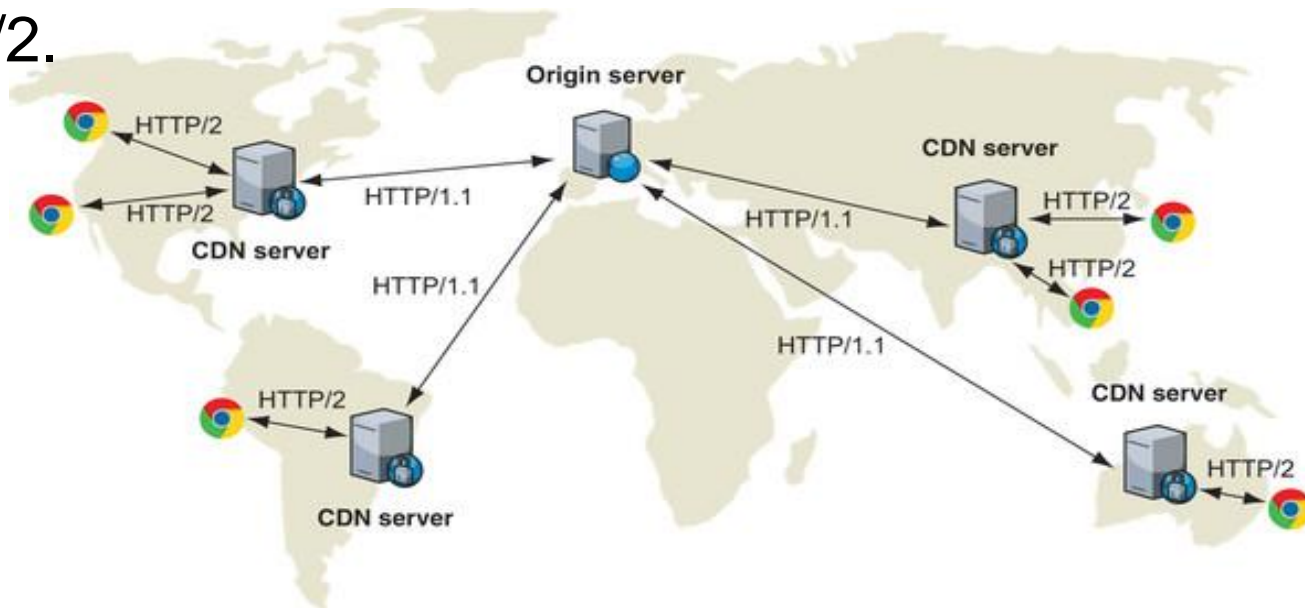
HTTP/2 и CDN

CDN – это всемирная сеть серверов, которые могут выступить локальной точкой контакта для вашего веб-сайта.

Посетители сайта подключаются к ближайшему серверу CDN, так как сеть располагает большим количеством DNS-записей по всему миру.

HTTP/2 и CDN

Запросы направляются на ваш сервер (исходный сервер), а их копии кешируются в CDN, что ускоряет процесс передачи идентичного запроса в последующие разы. Большинство CDN- серверов уже поддерживает HTTP/2.



Loadtime Comparison

comparing different hosting options

HTTP



3,22s

HTTPS



4,03s

HTTP

with CDN



0,44s

HTTPS

with CDN and h2



0,35s

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green.

HTTP/2 и CDN


CDN могут работать и с HTTPS-подключениями, необходимыми для HTTP/2.

Однако, если исходный сервер не поддерживает HTTPS, то трафик будет шифроваться только до контакта с ним.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles of various sizes and colors, including blue, yellow, orange, pink, and green, creating a bubbly, abstract effect.

HTTP/2 и CDN

В основном HTTPS используют для снижения рисков на клиентской стороне (например, подключение к неизвестной сети Wi-Fi сопряжено с рисками, которые в силах решить HTTPS), но предпочтительнее все же использовать HTTPS от начала и до конца соединения.




Устранение неполадок при настройке HTTP/2

Вы можете узнать, используется ли HTTP/2, заглянув в инструменты разработчика в вашем браузере.

Иногда, несмотря на то что сервер использует HTTP/2, бывает сложно запустить работу протокола ввиду ряда причин.

Рассмотрим некоторые из них:




Устранение неполадок при настройке HTTP/2

- 1. HTTP/2 не поддерживается на вашем сервере.**

Очевидно, что для использования HTTP/2 ваш сервер должен его поддерживать.


Как уже было сказано, на сегодняшний день большинство серверов не поддерживает HTTP/2 по умолчанию.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, arranged in a gradient from top to bottom.

Устранение неполадок при настройке HTTP/2

Вам следует проверить, какую версию серверного программного обеспечения вы используете и была ли в нее добавлена поддержка HTTP/2.

Обратите внимание, что установка последних обновлений (например, с помощью `yum update` или `apt-get`) не гарантирует того, что ваш сервер начнет поддерживать HTTP/2.


A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, arranged in a gradient from top to bottom.

Устранение неполадок при настройке HTTP/2

2. HTTP/2 **не включен** на вашем сервере.

Даже если сервер поддерживает HTTP/2, использование этой версии может быть отключено.

Некоторые серверы (например, IIS) по умолчанию настроены на HTTP/2.




Устранение неполадок при настройке HTTP/2

На других серверах (например, Apache) поддержка HTTP зависит от **используемой конфигурации** или сборки.

Например, сборки ApacheHaus для Windows включают HTTP/2 по умолчанию, но при установке из исходного кода такая функция не работает.


Кроме того, начиная с версии 2.4.27, Apache не поддерживает HTTP/2 при использовании модуля `prefork mpm`

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

Устранение неполадок при настройке HTTP/2

Также некоторые параметры компиляции (например, **--enable-http2** для Apache и **--withhttp_v2_module** для nginx) необходимы для включения HTTP/2, но в свою очередь не включают его по умолчанию.

Если HTTP/2 не работает на вашем сервере, посмотрите соответствующие инструкции в документации.


A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of numerous overlapping circles in shades of blue, yellow, orange, and pink, creating a vibrant, abstract pattern.

Устранение неполадок при настройке HTTP/2

3. На вашем сервере **не включен HTTPS**.

Веб-браузеры поддерживают HTTP/2 только через HTTPS-соединения.


Если ваш сайт использует HTTP-соединение, вы не сможете включить HTTP/2.



Устранение неполадок при настройке HTTP/2

4. На вашем веб-сервере **не включена поддержка ALPN**.

ALPN – это расширение протокола TLS, на основе которого создается сеанс HTTPS, позволяющий использовать HTTP/2.



Устранение неполадок при настройке HTTP/2

Некоторые браузеры (например, Safari, Edge и Internet Explorer) позволяют перейти на HTTP/2 и при использовании более старого NPN, так и при использовании более нового ALPN.

Другие же браузеры (например, Chrome, Firefox и Opera) требуют использования именно ALPN.



Мультиплексирование вместо синхронности

HTTP/2 позволяет выполнять несколько запросов одновременно в одном соединении, и для этого он использует **разные потоки** для каждого HTTP-запроса или ответа.

Такая технология стала возможной благодаря переходу на использование двоичных фреймов, где каждый фрейм имеет свой идентификатор потока.



Мультиплексирование вместо синхронности

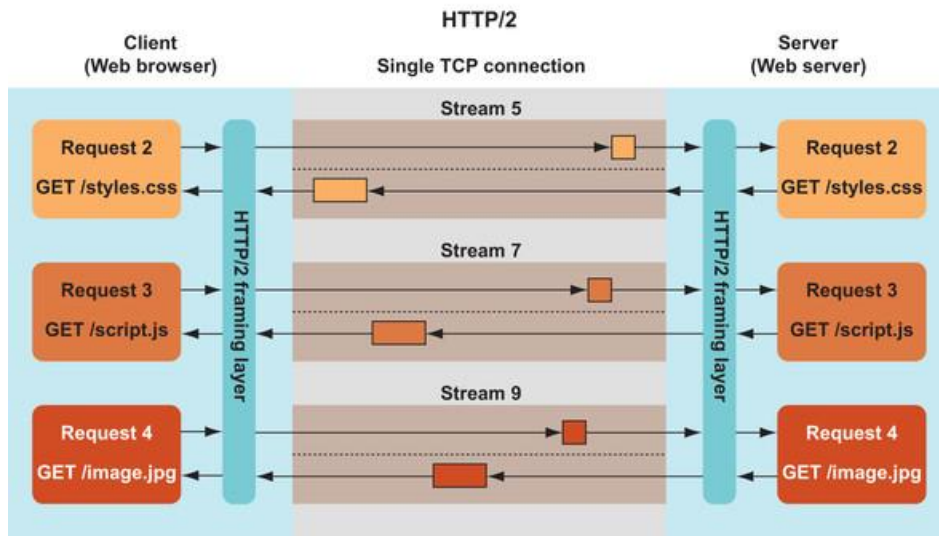
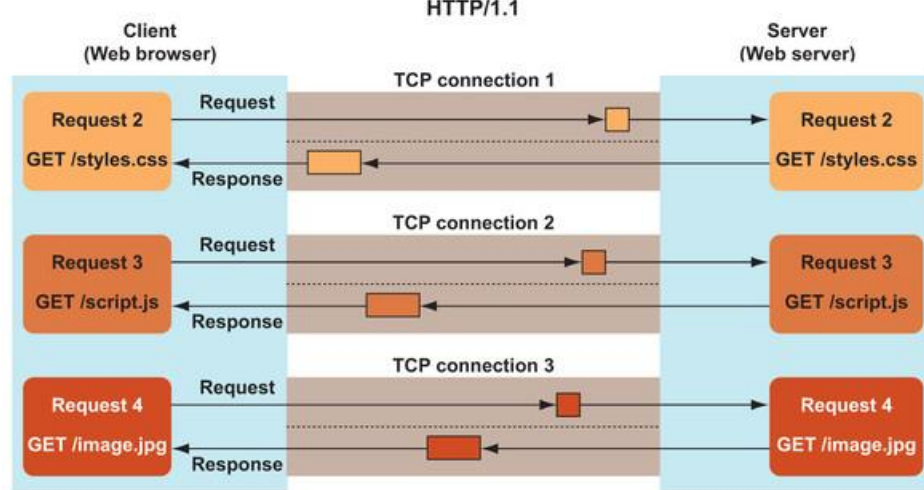
Принимающая сторона сможет восстановить сообщение целиком, после того как все фреймы для данного потока будут получены.

Порядок, согласно которому сервер отправляет ответы, полностью определяется на серверной стороне, однако клиент все же может указывать приоритетные потоки.



Мультиплексирование вместо синхронности

Если существует возможность отправки сразу нескольких ответов, сервер может отдавать приоритет важным ресурсам (таким как CSS и JavaScript), а к второстепенным относить другие ресурсы (такие как изображения).





Мультиплексирование вместо синхронности

Каждый запрос получает новый инкрементный идентификатор потока (ID) (5, 7 и 9 на рисунке выше), в соответствии с которым позже отправляются ответы.

Таким образом, потоки являются двунаправленными, как и сами HTTP-соединения.



Мультиплексирование вместо синхронности

После получения ответа потоки закрываются.

Поток HTTP/2 не является прямым аналогом соединения HTTP/1.1, так как при использовании новой версии протокола они отбрасываются и не используются повторно, в то время как в HTTP/1.1-соединение остается открытым и его можно использовать для отправки другого запроса.



Мультиплексирование вместо синхронности

Две главные особенности протокола HTTP/2:

- для отправки HTTP-запросов и ответов через одно TCP-соединение HTTP/2 создает несколько двоичных фреймов и использует мультиплексированные потоки;



Мультиплексирование вместо синхронности

- HTTP/2 отличается от HTTP/1 на уровне отправки сообщений, а на более высоком уровне основные концепции HTTP остаются неизменны.

Запросы все также содержат метод (например, GET), информацию о необходимом ресурсе (например, /styles.css), заголовки, тело, коды состояния (например, 200, 404), кешированные куки-файлы и т. д.



Как устанавливается HTTP/2-соединение

HTTP/2 сильно отличается от HTTP/1 на уровне соединения, поэтому для правильного использования клиентский браузер и сервер должны уметь обрабатывать и отправлять HTTP/2-сообщения.



Как устанавливается HTTP/2-соединение

Такая возможность появилась благодаря переходу на HTTPS, который был осуществлен на основе новой схемы URL (<https://>).

HTTPS-соединения обслуживаются по умолчанию через другой порт (если для HTTP это был порт 80, то для HTTPS 443).

Переход позволил четко разделить протоколы и явно указать, какой из них используется для связи.



Как устанавливается HTTP/2-соединение

В теории HTTP/2 доступен при использовании как незашифрованных соединений (HTTP), где он указывается как h2c, так и зашифрованных (HTTPS) под именем h2.

На практике же все веб-браузеры поддерживают HTTP/2 только при HTTPS-соединениях (h2).



Как устанавливается HTTP/2-соединение

Вариант подключения через HTTP применяется для согласования HTTP/2 браузерами.

Обмен данными между серверами HTTP/2 может осуществляться по незашифрованному протоколу HTTP (h2c) или HTTPS (h2), поэтому он может использовать любой метод в зависимости от того, какая схема используется.