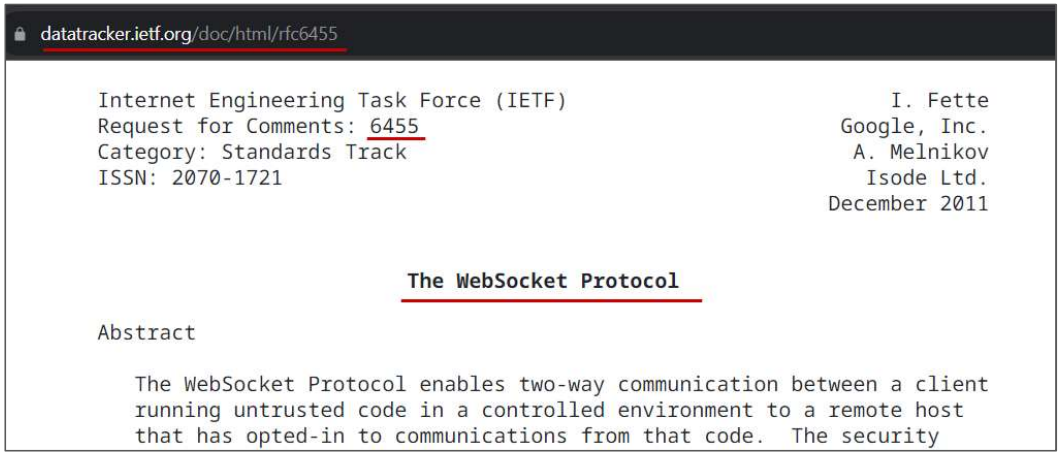
ПРОГРАММИРОВАНИЕ В INTERNET

WEBSOCKET

Websocket =

протокол прикладного уровня для полнодуплексной связи поверх TCP-соединения, предназначенный для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером через постоянное соединение в режиме реального времени.

Данные передаются по нему в обоих направлениях в виде «датафреймов», без разрыва соединения и дополнительных HTTP-запросов.

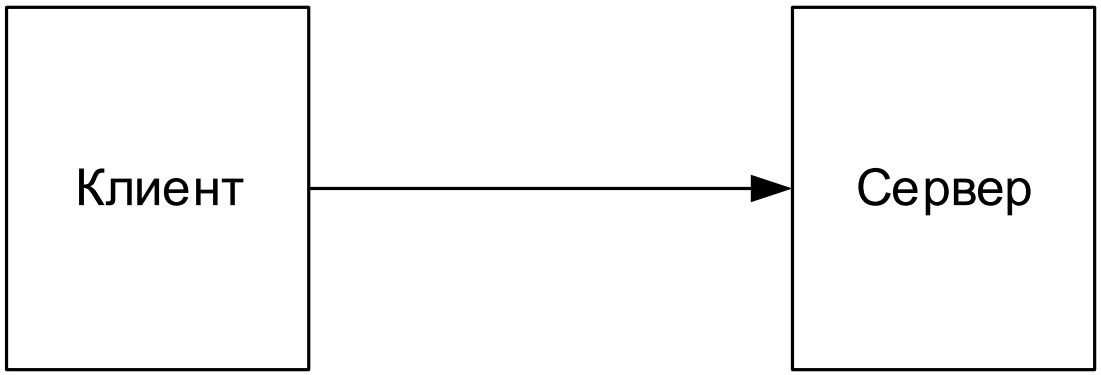


стандарт

Websocket можно использовать в:

- приложениях реального времени;
- чат-приложениях;
- IoT-приложениях;
- приложениях для бирж и аукционов;
- многопользовательских играх;
- и другое.

Симплекс

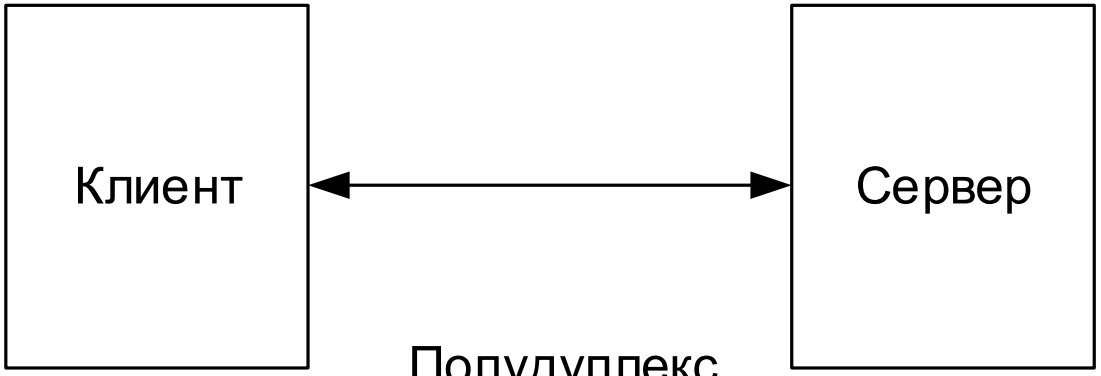


Симплекс
(однонаправленный)

это односторонний канал, данные по нему могут передаваться только в одном направлении. Первый узел способен отсылать сообщения, второй может только принимать их, но не может подтвердить получение или ответить.

Пример: радио, Mailslot.

Полудуплекс



Полудуплекс
(вопрос-ответ)

двусторонний канал связи, данные по нему могут передаваться в одном направлении в один момент времени. Оба абонента имеют возможность принимать и передавать сообщения. Поток сообщений может идти в обоих направлениях, но не одновременно.

Пример: рация, HTTP.

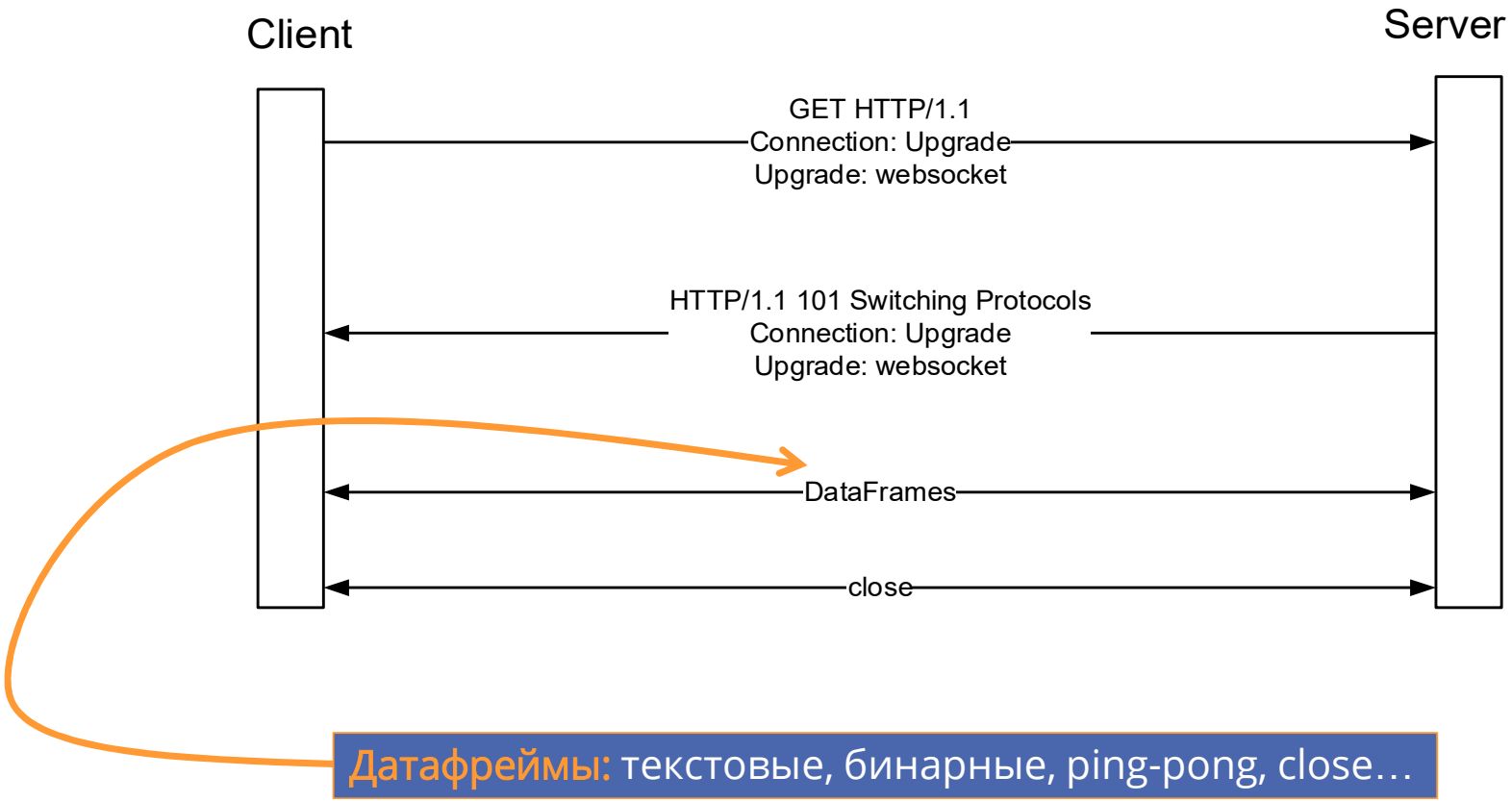
Дуплекс

Дуплекс
(двунаправленный)

двусторонний канал связи, данные могут передаваться в обе стороны одновременно. Дуплекс имеет два физически отдельных канала связи, один из которых предназначен для движения данных в одном направлении, а другой – в противоположном направлении.

Пример: телефон, Websocket.

WebSocket-handshake



Датафреймы: текстовые, бинарные, ping-pong, close…

Простейший websocket-сервер

```
const httpserver = require('http').createServer((req, res)=>{
    if (req.method == 'GET' && req.url == '/start'  ){
        res.writeHead(200, {'Content-Type': 'text/html; charset=utf-8'});
        res.end(require('fs').readFileSync('./09-01.html'));
    }
});
httpserver.listen(3000)
console.log ('ws server: 3000');

let k = 0;
const WebSocket = require('ws')   // npm install ws
const wsserver = new WebSocket.Server({ port: 4000, host:'localhost', path:'/wsserver'})
wsserver.on('connection', (ws) => {
        ws.on('message', message => {
            console.log(`Received message => ${message}`)
        })
        setInterval(()=>{ws.send(`server: ${++k}`)}, 1500);
})
wsserver.on('error',(e)=>{console.log('ws server error', e)});
console.log(`ws server: host:${wsserver.options.host}, port:${wsserver.options.port}, path:${wsserver.options.path}`);
```

Экземпляр класса **WebSocketServer**

Экземпляр класса **WebSocket**

Событие connection генерируется после завершения рукопожатия

Генерируется при получении сообщения.

Класс WebSocketServer

События

- close генерируется при закрытии сервера. Это событие зависит от события закрытия HTTP-сервера только в том случае, если он создается внутри.
- connection генерируется после завершения рукопожатия. Первым параметром передается сокет (экземпляр класса WebSocket), вторым параметром request (экземпляр класса http.IncomingMessage) – это HTTP-запрос GET, отправленный клиентом.
- error генерируется при возникновении ошибки.
- headers генерируется перед записью заголовков ответа в сокет в рамках рукопожатия. Первым параметром передается массив заголовком, а вторым – request (экземпляр класса http.IncomingMessage).
- listening генерируется, когда базовый сервер привязан.

Класс WebSocketServer

Свойства

- clients – набор, в котором хранятся все подключенные клиенты.

Методы

- .address() возвращает объект со свойствами port, family и address, сообщаемые операционной системой при прослушивании сокета.
- .close([callback]) запрещает серверу принимать новые соединения и закрывает HTTP-сервер, если он создан внутри. Если внешний HTTP-сервер используется через параметры конструктора server или noServer, его необходимо закрыть вручную. Необязательный callback вызывается при возникновении события закрытия и получает ошибку, если сервер уже закрыт.
- .handleUpgrade(request, socket, head, callback) обработка запроса на обновление HTTP. Чаще всего вызывается автоматически. При работе в режиме «noServer» этот метод необходимо вызывать вручную.

Простейший websocket-клиент (браузер)

```
<body>
<h1>Lec 09</h1>
    <script>
        let k = 0;
        function startWS(){

            let socket = new WebSocket('ws:/localhost:4000/wsserver');

            socket.onopen = ()=>{ console.log('socket.onopen');
                setInterval(()=>{socket.send(++k);}, 1000);
            };

            socket.onclose =  (e)=>{ console.log('socket.onclose', e);};

            socket.onmessage =(e)=>{console.log('socket.onmessage',  e.data)};

            socket.onerror = function(error) { alert("Ошибка " + error.message); };

        };
    </script>
    <button  onclick="startWS()">startWS</button>
</body>
```

Этот класс представляет WebSocket. Он наследует EventEmitter.

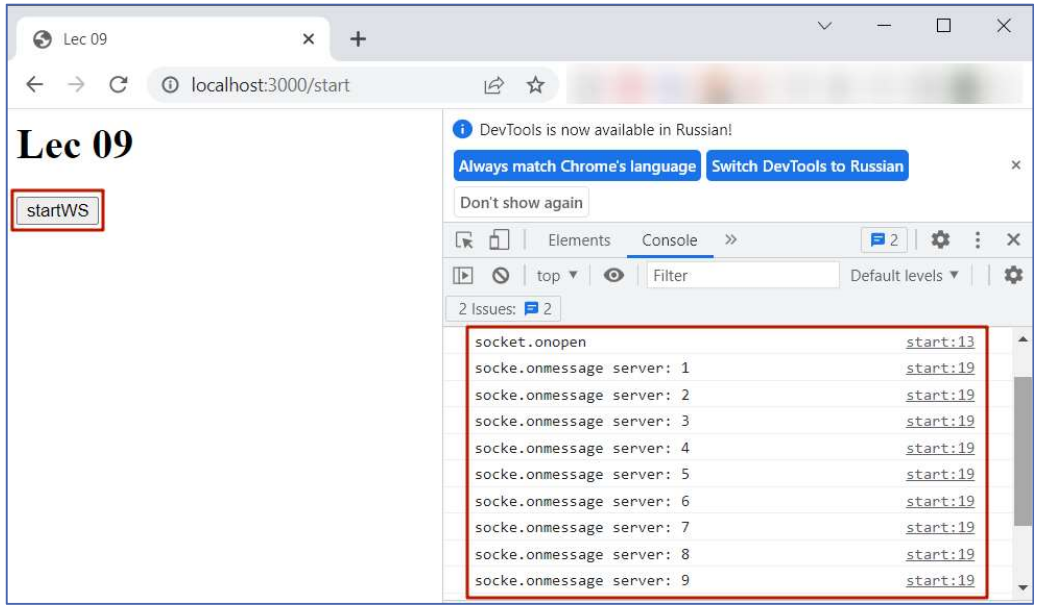
```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node
08-00
ws server: 3000
ws server: host:localhost, port:40
00, path:/wsserver
Received message => 1
Received message => 2
Received message => 3
Received message => 4
Received message => 5
Received message => 6
```

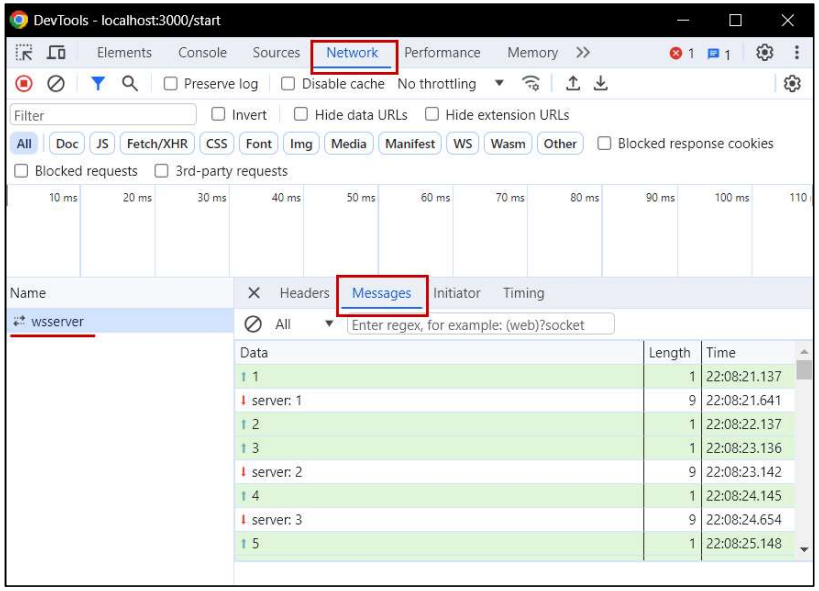
Для установки соединения в скрипте создаем экземпляр класса WebSocket, в конструктор которого передаем параметр address (со специальным протоколом ws (нешифрованное соединение) или wss (зашифрованное соединение)).

У объекта WebSocket можно слушать его события, например:

- open – соединение установлено;
- message – получены данные;
- error – ошибка;
- close – соединение закрыто.

Демонстрация работы





Класс WebSocket

События

- close генерируется при закрытии соединения. Первым параметром передается code – числовое значение, указывающее код состояния, объясняющий, почему соединение было закрыто, вторым reason – это буфер, содержащий строку, объясняющую, почему соединение было закрыто.
- error генерируется при возникновении ошибки.
- message генерируется при получении сообщения. Первым параметром передается data – это содержимое сообщения, вторым isBinary – указывает, является ли сообщение двоичным или нет.
- open генерируется при установлении соединения.
- ping генерируется при получении ping.
- pong генерируется при получении pong.
- upgrade генерируется, когда заголовки ответа получены от сервера как часть рукопожатия.

Класс WebSocket

Методы

для браузерного клиента

- .addEventListener(type, listener[, options]) добавить слушатель listener на событие type.
- .removeEventListener(type, listener) удалить слушатель listener с события type.
- .send(data[, options][, callback]) отправляет данные. В options можно настроить в бинарном ли виде должны быть отправлены данные(binary), надо ли их сжимать(compress), последний ли это фрагмент сообщения(fin) и надо ли маскировать передаваемые данные(mask).
- .close([code[, reason]]) инициирует заключительное рукопожатие.
- .ping([data[, mask]][, callback]) отправляет фрейм ping. В data можно передать данные для отправки во фрейме.
- .pong([data[, mask]][, callback]) отправляет фрейм pong. В data можно передать данные для отправки во фрейме.
- .terminate() принудительно закрывает соединение. Внутри это вызывает метод socket.destroy().

Класс WebSocket

Свойства

для браузерного клиента

- binaryType указывает тип двоичных данных, передаваемых по соединению.
- bufferedAmount указывает количество байтов данных, которые были поставлены в очередь с помощью вызовов send(), но еще не переданы в сеть.
- onclose позволяет добавить слушатель событий, который будет вызываться при закрытии соединения
- onerror позволяет добавить слушатель событий, который будет вызываться при возникновении ошибки.
- onmessage позволяет добавить слушатель событий, который будет вызываться при получении сообщения.
- onopen позволяет добавить слушатель событий, который будет вызываться при установке соединения.
- readyState содержит текущее состояние соединения
- url содержит URL-адрес сервера WebSocket. Серверные клиенты не имеют этого атрибута.

Простейший websocket-клиент (серверный)

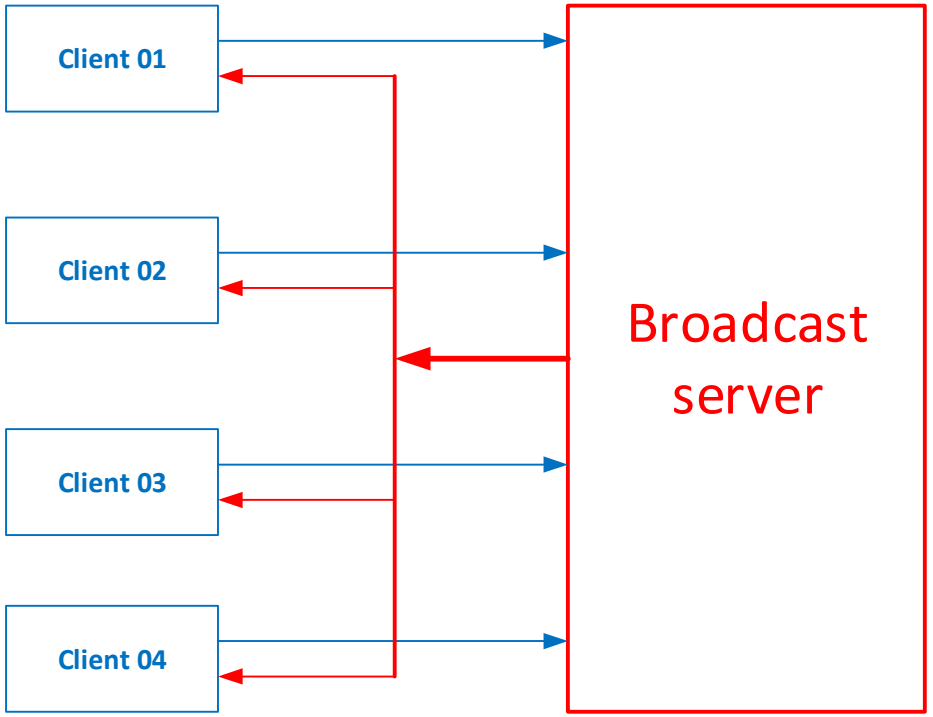
```
const WebSocket = require('ws');

const ws = new WebSocket('ws://localhost:4000/wsserver');

ws.on('open', () =>{
    ws.send('message 1');   // отправить сообщение серверу
    ws.send('message 2');   // отправить сообщение серверу
    ws.on('message', message => {
        console.log(`Received message => ${message}`)
    })
    setTimeout(()=>{ws.close()},5000);  // остановить через 5 секуд
});
```

С помощью метода close() инициируем завершающее рукопожатие и закрываем соединение.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-00.js
ws server: 3000
ws server: host:localhost, port:4000, path:/wsser
ver
Received message => message 1
Received message => message 2
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-00b.js
Received message => server: 1
Received message => server: 2
Received message => server: 3
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08>
```

Широковещательный websocket-сервер



Такой сервер позволяет отправлять сообщения, которые доставляются всем узлам сети.

Широковещательный websocket-сервер

```
const WebSocket = require('ws');

const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host: 'localhost', path: '/broadcast' });

wss.on('connection', (ws) => {

    ws.on('message', (message) => {

        wss.clients.forEach((client) => {
            if (client.readyState === WebSocket.OPEN) client.send('server: ' + message);
        });

    })

    ws.on('close', () => { console.log('wss socket closed'); })

});
```

Свойство clients хранит набор со всеми подключенными клиентами.

Свойство readyState содержит текущее состояние соединения (CONNECTING, OPEN, CLOSING, CLOSED).

Клиент для широковещательного сервера с параметрами командной строки

```
const WebSocket = require('ws');

let parm0 = process.argv[0];    // path node
let parm1 = process.argv[1];    // path application
let parm2 = process.argv[2];    // first parameter

console.log('parm2 = ', parm2);

let prfx = typeof parm2 == 'undefined'?'A':parm2;
const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000/broadcast');

ws.on('open', () =>{

    let k = 0;
    setInterval(()=>{
        ws.send(`client: ${prfx}-${++k}`);        // отправить сообщение серверу
    }, 1000);

    ws.on('message', message => {
        console.log(`Received message => ${message}`)
    })

    setTimeout(()=>{ws.close()},25000);  // остановить через 25 секуд
});
```

При запуске приложения из терминала/командной строки мы можем передавать процессу параметры. Для получения параметров в коде приложения применяется массив process.argv.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01.js
wss socket closed
wss socket closed
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01a.js M
param2 =  M
Received message => server: client: M-1
Received message => server: client: M-2
Received message => server: client: K-1
Received message => server: client: M-3
Received message => server: client: K-2
Received message => server: client: M-4
Received message => server: client: K-3
Received message => server: client: M-5
Received message => server: client: K-4
Received message => server: client: M-6
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01a.js K
param2 =  K
Received message => server: client: M-2
Received message => server: client: K-1
Received message => server: client: M-3
Received message => server: client: K-2
Received message => server: client: M-4
Received message => server: client: K-3
Received message => server: client: M-5
Received message => server: client: K-4
Received message => server: client: M-6
Received message => server: client: K-5
```

Дуплексный поток данных

```
const WebSocket = require('ws');

const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000/broadcast');

const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });

duplex.pipe(process.stdout);  //  сообщения от сервера --> stdout

process.stdin.pipe(duplex);   //  stdin --> сообщение серверу
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01.js
wss socket closed
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01b.js
Hello from M
server: Hello from M
server: Hello from K
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08>
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-01b.js
server: Hello from M
Hello from K
server: Hello from K
```

createWebSocketStream(websocket[, options]) возвращает дуплексный поток, который позволяет использовать API потоков Node.js поверх заданного WebSocket.

Механизм ping/pong
(сервер => клиент)

сервер

```
const WebSocket = require('ws');
const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host:'localhost'});
wss.on('connection', (ws)=>{
        ws.on('pong', (data)=>{
            console.log('on pong: ', data.toString());
        });
        ws.on('message', (data)=>{
            console.log('on message: ', data.toString());
            ws.send(data);
        });
        setInterval(()=>{ console.log('server: ping');  ws.ping('server: ping')}, 5000);
});
```

клиент

```
const WebSocket = require('ws');

const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000');

const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });

duplex.pipe(process.stdout);  //  сообщения от сервера --> stdout

process.stdin.pipe(duplex);   //  stdin --> сообщение серверу

// ws.on('ping', (data)=>{    // можно ловить
//     console.log('on ping: ', data.toString());
// });
```

В протокол WebSocket встроена проверка связи при помощи управляющих фреймов типа PING и PONG.

Тот, кто хочет проверить соединение, отправляет фрейм PING с произвольным телом. Его получатель должен в разумное время ответить фреймом PONG с тем же телом.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-02.js
server: ping
on pong:  server: ping
server: ping
on pong:  server: ping
on message:  Hi!

server: ping
on pong:  server: ping
server: ping
on pong:  server: ping
server: ping
on pong:  server: ping
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-02a.js

Hi!
Hi!
```

результат

Механизм ping/pong
(клиент => сервер)

сервер

```
const WebSocket = require('ws');
const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host:'localhost'});
wss.on('connection', (ws)=>{

        ws.on('message', (data)=>{
            console.log('on message: ', data.toString());
            ws.send(data);
        });

});
wss.on('error',(e)=>{console.log('wss server error', e)});
```

клиент

```
const WebSocket = require('ws');

const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000');

const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });

duplex.pipe(process.stdout);  //  сообщения от сервера --> stdout

process.stdin.pipe(duplex);   //  stdin --> сообщение серверу

ws.on('pong', (data)=>{   // можно ловить
    console.log('on pong: ', data.toString());
});
setInterval(()=>{ console.log('server: ping'); ws.ping('client: ping')}, 5000);
```

Событие ping возникает, когда получен фрейм PING.

Событие pong возникает, когда получен фрейм PONG.

Метод ping() отправляет PING, в параметрах можно передать какую-то информацию.

Метод pong() отправляет PONG. Однако сообщения PONG чаще всего автоматически отправляются в ответ на сообщения PING, как того требует спецификация.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-03.js
on message:  HI!
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-03a.js
client: ping
on pong:  client: ping
client: ping
on pong:  client: ping
HI!
HI!
client: ping
on pong:  client: ping
client: ping
on pong:  client: ping
client: ping
```

результат

Отправка JSON

сервер

```
const WebSocket = require('ws');
const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host:'localhost'});
wss.on('connection', (ws)=>{

    ws.on('message', (data)=>{console.log('on message: ', JSON.parse(data)); });

    let k = 0;
    setInterval(()=>{ ws.send(JSON.stringify({k:++k, sender:'Server', date: new Date().toISOString()}));}, 5000);

});
```

клиент

```
const WebSocket = require('ws');
const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000');
ws.on('open', () =>{
    ws.on('message', data => { console.log('on message: ', JSON.parse(data)); })
    let k = 0;
    setInterval(()=>{ws.send(JSON.stringify({k:++k, sender:'Client',  date: new Date().toISOString()}));}, 3000);
});
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-04.js
on message:  { k: 1, sender: 'Client', date:
'2022-10-28T22:30:05.136Z' }
on message:  { k: 2, sender: 'Client', date:
'2022-10-28T22:30:10.148Z' }
on message:  { k: 3, sender: 'Client', date:
'2022-10-28T22:30:15.162Z' }
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-04a.js

on message:  { k: 1, sender: 'Server', date:
'2022-10-28T22:30:05.136Z' }
on message:  { k: 2, sender: 'Server', date:
'2022-10-28T22:30:10.148Z' }
on message:  { k: 3, sender: 'Server', date:
'2022-10-28T22:30:15.162Z' }
```

Upload file

сервер

```
const fs =  require('fs');
const WebSocket = require('ws');

const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host:'localhost'});
let k = 0;
wss.on('connection', (ws)=>{
        const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });
        let wfile =  fs.createWriteStream(`./file${++k}.txt`);
        duplex.pipe(wfile);
});
```

1. получаем дуплексный поток
2. открываем поток записи в файл
3. информацию, поступающую из дуплексного потока, записываем в поток записи файла

клиент

```
const fs =  require('fs');
const WebSocket = require('ws');
const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000');
ws.on('open', () =>{
    const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });
    let rfile =  fs.createReadStream(`./MyFile.txt`);
    rfile.pipe(duplex);
});
```

1. получаем дуплексный поток
2. открываем поток чтения из файла
3. Информацию из потока чтения перенаправляем в дуплексный поток

Download file

сервер

```
const fs =  require('fs');
const WebSocket = require('ws');

const wss = new WebSocket.Server({ port: 5000, host:'localhost'});
wss.on('connection', (ws)=>{
        const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });
        let rfile =  fs.createReadStream('./MyFile.txt');
        rfile.pipe(duplex);
});
```

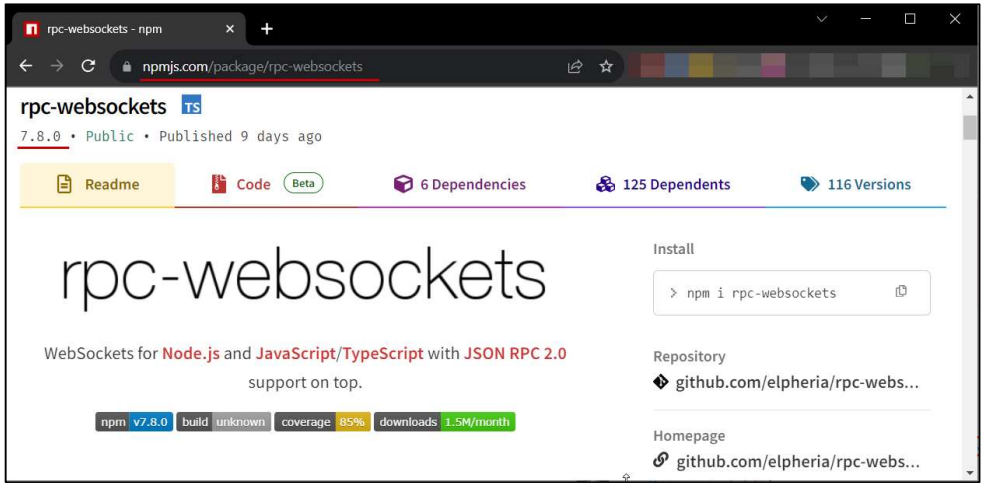
клиент

```
const fs =  require('fs');
const WebSocket = require('ws');
const ws = new WebSocket('ws://localhost:5000');
let k = 0;
ws.on('open', () =>{
    const duplex = WebSocket.createWebSocketStream(ws, { encoding: 'utf8' });
    let wfile =  fs.createWriteStream(`./MyFile${++k}.txt`);
    duplex.pipe(wfile);
});
```

То же самое, но наоборот.

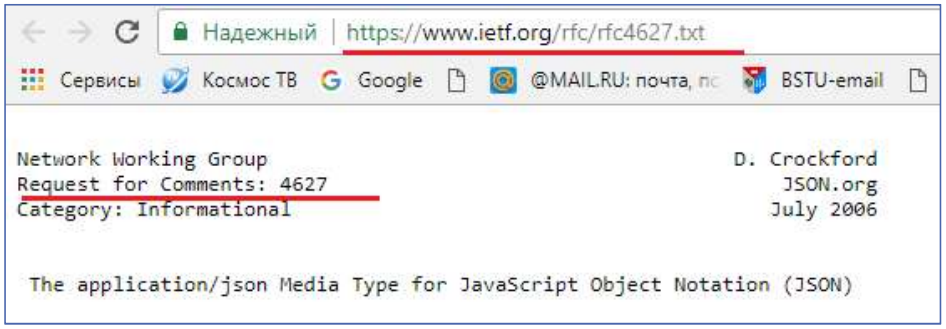
rpc-websockets=

пакет, позволяющий создавать WebSocket-сервер и клиента с поддержкой протокола JSON-RPC 2.0.



JSON-RPC =

протокол удаленного вызова процедур, использующий формат JSON для передачи сообщений. Используется для создания API в стиле RPC.



Создание удаленных процедур

```
const rpcWSS = require('rpc-websockets').Server

let server = new rpcWSS({port: 5000,  host: 'localhost'});

server.register('sum', (params) =>{ return params[0] + params[1]}).public();
server.register('sub', (params) =>{ return params[0] - params[1]}).public();
server.register('mul', (params) =>{ return params[0] * params[1]}).public();
server.register('div', (params) =>{ return params[0] / params[1]}).public();
server.register('get', (params) =>{
                    // сходить в БД за данными
                    return {id:params[0], name:'Иванов И.И.', bday: '2000-12-02'};
      }).public();
```

Создаем экземпляр класса Server, указываем порт и хост.

Метод .public() помечает метод RPC как общедоступный

Метод .register(method, handler[, namespace]) регистрирует метод RPC и возвращает объект RPCMethod для управления разрешениями метода. Первым параметром передаем название метода RPC, вторым – функцию, которая будет запущена после вызова метода (принимает только один параметр(массив, одиночное значение или др.)).

Вызов удаленных процедур

```
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client
let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000');

ws.on('open', ()=>{
    ws.call('sum', [5, 3]).then((r)=>{console.log('sum = ', r);});
    ws.call('sub', [5, 3]).then((r)=>{console.log('sub = ', r);});
    ws.call('mul', [5, 3]).then((r)=>{console.log('mul = ', r);});
    ws.call('div', [5, 3]).then((r)=>{console.log('div = ', r);});
    ws.call('get', [123], 3000).catch((e)=>{return e;}).then((r)=>{console.log('get_student = ', r);});
});
ws.on('error', (e)=>{console.log('error = ', e) });
```

Создаем экземпляр класса Client. В параметрах передаем адрес сервера.

С помощью метода .call(method[, params[, timeout[, ws_options]]]) происходит вызов зарегистрированного метода RPC на сервере, метод возвращает Promise.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-07.js
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-07a.js

sum =  8
sub =  -8
mul =  15
div =  0.06666666666666667
get_student =  { id: 123, name: 'Иванов И.И.'
, bday: '2000-12-02' }
```

Создание защищенных удаленных процедур

```
const rpcWSS = require('rpc-websockets').Server

let server = new rpcWSS({port: 5000,  host: 'localhost'});

server.setAuth((l)=>{ return (l.login == 'smw' &&  l.password == '777') });


server.register('sum', (params) =>{ return params[0] + params[1]}).public();
server.register('sub', (params) =>{ return params[0] - params[1]}).public();
server.register('mul', (params) =>{ return params[0] * params[1]}).public();
server.register('div', (params) =>{ return params[0] / params[1]}).public();
server.register('get', (params) =>{return {id:params[0], name:'Иванов И.И.', bday: '2000-12-02'};}).public();

server.register('mod', (params) =>{ return params[0] % params[1]}).protected();
server.register('abs', (params) =>{ return params[0] >= 0?params[0]: -params[0]}).protected();
```

Метод .protected() помечает метод RPC как **защищенный**. Метод будет доступен только в том случае, если клиент успешно прошел аутентификацию.

Метод .setAuth(handler[, namespace]) устанавливает определяемый пользователем метод аутентификации. Функция обработчика должна возвращать логическое значение.

Вызов защищенных процедур

```
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client;
let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000/');

ws.on('open', () => {
    ws.call('sum', [5, 3]).then((r) => { console.log('sum = ', r); });
    ws.call('sub', [5, 3]).then((r) => { console.log('sub = ', r); });
    ws.call('mul', [5, 3]).then((r) => { console.log('mul = ', r); });
    ws.call('div', [5, 3]).then((r) => { console.log('div = ', r); });
    ws.call('get', [123])
        .then((r) => { console.log('get_student = ', r); })
        .catch((e) => { return e; });

    ws.login({ login: 'smw', password: '777' })
        .then((login) => {
            if (login) {
                ws.call('mod', [33, 5]).then((r) => { console.log('mod = ', r); });
                ws.call('abs', [-33])
                    .then((r) => { console.log('abs = ', r); })
                    .catch((e) => { console.log('catch abs: ', e) });
            }
            else console.log('login error');
        })
        .catch((e) => { console.log('login failed: ', e.message) });

    //ws.close);     // асинхронность! вызывает ошибку
});

ws.on('error', (e) => console.log('error = ', e))
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-08a.js

sum =  8
sub =  -8
mul =  15
div =  0.06666666666666667
get_student =  { id: 123, name: 'Иванов И.И.'
, bday: '2000-12-02' }
login failed:  authentication failed
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-08a.js

sum =  8
sub =  -8
mul =  15
div =  0.06666666666666667
get_student =  { id: 123, name: 'Иванов И.И.'
, bday: '2000-12-02' }
mod =  3
abs =  33
```

Метод .login используется для того, чтобы аутентифицироваться с другой стороны подключения. Метод возвращает Promise.

Асинхронный параллельный вызов процедур

```
const async  = require('async');
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client

let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000');
let h = (x=ws)=>async.parallel({
                sum: (cb)=>{ ws.call('sum', [5, 3]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
                sub: (cb)=>{ ws.call('sub', [5, 3]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
                mul: (cb)=>{ ws.call('mul', [5, 3]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
                div: (cb)=>{ ws.call('div', [5, 3]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
                get: (cb)=>{ ws.call('get', [123],3000).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
                mod: (cb)=>{
                        ws.login({login: 'smw', password: '777'})
                        .then((login)=>{
                                if (login) ws.call('mod', [33, 5]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));
                                else cb({message1:'login error'}, null);
                        })
                },
                abs: (cb)=>{
                        ws.login({login: 'smw', password: '777'})
                        .then((login)=>{
                                if (login)  ws.call('abs', [-33]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));
                                else cb({message2:'login error'}, null);
                        })
                }
        },
        (e, r)=>{
                if(e) console.log('e =',e);
                else  console.log('r = ',r);
                ws.close();
        }
);
ws.on('open', h);
```

Метод .close класса Client закрывает Websocket соединение

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-08b.js
r =  {
  sum: 8,
  sub: -8,
  mul: 15,
  div: 0.06666666666666667,
  get: { id: 123, name: 'Иванов И.И.', bday: '2000-12-02' }
,
  mod: 3,
  abs: 33
}
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08>
```

Метод async.parallel() используется для параллельного выполнения нескольких асинхронных операций.

Асинхронный последовательный вызов процедур

```
const async  = require('async');
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client
// |(((8+3)-2)*(-4)/2)%4|
let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000');
let h = ()=>async.waterfall([
            (cb)=>{ ws.call('sum', [8, 3]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
            (p,cb)=>{ ws.call('sub', [p, 2]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
            (p,cb)=>{ ws.call('mul', [p, -4]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
            (p,cb)=>{ ws.call('div', [p, 2]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));},
            (p,cb)=>{
                        ws.login({login: 'smw', password: '777'})
                        .then((login)=>{
                                if (login) ws.call('mod', [p, 4]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));
                                else cb({message1:'login error'}, null);
                        })
            },
            (p,cb)=>{
                        ws.login({login: 'smw', password: '777'})
                        .then((login)=>{
                                if (login)  ws.call('abs', [-p]).catch((e)=>cb(e,null)).then((r)=>cb(null,r));
                                else cb({message2:'login error'}, null);
                        })
            }
        ],
        (e, r)=>{
                if(e) console.log('e =',e);
                else  console.log('r = ',r);
                ws.close();
        }
);
ws.on('open', h);
```

Выполнение нескольких асинхронных операций последовательно, когда каждая операция зависит от результатов предыдущих операций, осуществляется методом async.waterfall().

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-08c.js
r =  0.009615384615384616
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08>
```

События

сервер

```
const rpcWSS = require('rpc-websockets').Server

let k = 0;

let server = new rpcWSS({port: 5000,  host: 'localhost'});

server.event('event01');
server.event('event02');
server.event('event03');

setInterval(()=>server.emit('event01',  {n:++k, x:1, y:2}),1000);
setInterval(()=>server.emit('event02',  {n:++k, s:'hello', d:'2019-09-09'}),2000);
setInterval(()=>server.emit('event03' , {n:++k}), 3000);
```

Метод server.event(name[,namespace]) создает новое событие и возвращает объект RPCMethod.

Метод server.emit(name[, ...params]) генерирует созданное событие. После первого параметра можно передать параметры, которые будут переданы клиентам.

клиент

```
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client
let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000');

ws.on('open', ()=>{

    ws.subscribe('event01');
    ws.subscribe('event02');
    ws.subscribe('event03');


    ws.on('event01',(p)=>{console.log('event01:', p);});
    ws.on('event02', (p)=>console.log('event02:', p));
    ws.on('event03', (p)=>console.log('event03:',p));

});
```

Метод ws.subscribe(event) позволяет подписаться на определенное событие.

Метод ws.on(...) позволяет указать обработчик события, на которое подписался клиент.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-09.js
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-09a.js
event02:  { n: 1, s: 'hello', d: '2019-09-09' }
event01:  { n: 2, x: 1, y: 2 }
event03:  { n: 3 }
event01:  { n: 4, x: 1, y: 2 }
event02:  { n: 5, s: 'hello', d: '2019-09-09' }
event01:  { n: 6, x: 1, y: 2 }
event01:  { n: 7, x: 1, y: 2 }
```

Уведомления

похоже на запрос без id, ответ на него не будет возвращен.

сервер

```
const rpcWSS = require('rpc-websockets').Server

let server = new rpcWSS({port: 5000,  host: 'localhost'});

server.register('notify1', (params) =>{ console.log('notify1',  params)}).public();
server.register('notify2', (params) =>{ console.log('notify2',  params)}).public();
```

клиент

```
const rpcWSC = WebSocket = require('rpc-websockets').Client
let ws = new rpcWSC('ws://localhost:5000');

let k = 0;
ws.on('open', ()=>{

    setInterval(()=>ws.notify('notify1', {n:++k, x:1, y:2}),1000);
    setInterval(()=>ws.notify('notify2', {n:++k, x:1, y:2}),5000);

});
```

Метод ws.notify() отправляет на сервер уведомление JSON-RPC 2.0. Можно к запросу добавить параметры.

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-10.js
notify1 { n: 0, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 1, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 2, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 3, x: 1, y: 2 }
notify2 { n: 4, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 5, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 6, x: 1, y: 2 }
notify1 { n: 7, x: 1, y: 2 }
```

```
PS D:\NodeJS\samples\cwp_08> node .\08-10a.js
```