Тема 4. Методы объектов и контекст вызова

1. Методы объектов, this.
2. Итерируемые объекты.
3. Преобразование объектов.
4. Создание объектов через "new".
5. Флаги и дескрипторы свойств.
6. Геттеры и сеттеры.
7. Декораторы и переадресация вызова.
8. Привязка контекста.
9. setTimeout and setInterval.
10. Асинхронные итераторы и генераторы.

Содержание данной темы включает материалы, доступные по адресу https://learn.javascript.ru.

1. **Методы объектов, this.**

Объекты обычно создаются, чтобы представлять сущности реального мира, будь то пользователи, заказы и так далее:

let user = {

name: "Джон",

age: 30

};

И так же, как и в реальном мире, пользователь может совершать действия: выбирать что-то из корзины покупок, авторизовываться, выходить из системы, оплачивать и т.п. Такие действия в JavaScript представлены свойствами-функциями объекта. Для начала добавим в объект user функцию приветствия:

let user = {

name: "Джон",

age: 30

};

user.sayHi = function() {

alert("Привет!");

};

user.sayHi(); // Привет!

Здесь просто использовано Function Expression, чтобы создать функцию для приветствия, и присвоить её свойству user.sayHi объекта user. Затем она вызывается.

Функцию, которая является свойством объекта, называют *методом* этого объекта. Таким образом создан метод sayHi объекта user. Конечно, можно было бы заранее объявить функцию и использовать её в качестве метода, например так:

let user = {

// ...

};

function sayHi() {

alert("Привет!");

};

user.sayHi = sayHi;

user.sayHi(); // Привет!

Существует более короткий синтаксис для методов в литерале объекта:

user = {

sayHi() {

alert("Привет");

}

};

Т.е., можно пропустить ключевое слово "function" и просто написать sayHi(). Нужно отметить, что эти две записи не полностью эквивалентны. Есть тонкие различия, связанные с наследованием объектов, но на данном этапе изучения это неважно. В большинстве случаев сокращённый синтаксис предпочтителен.

В JavaScript иногда необходимо сначала проверить, существует ли объект, а затем попытаться получить одно из его свойств, например, так:

const car = null;

const color = car && car.color;

Даже если car имеет значение null, у нас нет ошибок, а color присваивается значение null. Используя оператор &&, можно пройти несколько уровней вложенностей:

const car = {}

const colorName = car && car.color && car.color.name;

Оператор *опциональной последовательности* позволяет сделать код короче:

const car = {}

const color = car?.color;

const colorName = car?.color?.name;

Если car имеет значение null или undefined, результат будет undefined.

Как правило, методу объекта необходим доступ к информации, которая хранится в объекте, чтобы выполнить с ней какие-либо действия (в соответствии с назначением метода). Например, коду внутри user.sayHi() может понадобиться имя пользователя, которое хранится в объекте user. Для доступа к информации внутри объекта метод может использовать ключевое слово this. Значение this – это объект «перед точкой», который использовался для вызова метода. Например:

let user = {

name: "Джон",

age: 30,

sayHi() {

// this - это "текущий объект"

alert(this.name);

}

};

user.sayHi(); // Джон

Здесь во время выполнения кода user.sayHi() значением this будет являться user (ссылка на объект user). Технически также возможно получить доступ к объекту без ключевого слова this, ссылаясь на него через внешнюю переменную (в которой хранится ссылка на этот объект):

let user = {

name: "Джон",

age: 30,

sayHi() {

alert(user.name);

}

};

Но такой код будет ненадёжным. Если скопировать ссылку на объект user в другую переменную, например, admin = user, и перезаписать переменную user чем-то другим, тогда будет осуществлён доступ к неправильному объекту при вызове метода из admin. Это показано ниже:

let user = {

name: "Джон",

age: 30,

sayHi() {

alert( user.name );

}

};

let admin = user;

user = null;

admin.sayHi(); // Ошибка!

Если использовать this.name вместо user.name внутри alert, тогда этот код будет работать.

В JavaScript ключевое слово «this» ведёт себя иначе, чем в большинстве других языков программирования. Оно может использоваться в любой функции. В этом коде нет синтаксической ошибки:

function sayHi() {

alert( this.name );

}

Значение this вычисляется во время выполнения кода и зависит от контекста. Например, здесь одна и та же функция назначена двум разным объектам и имеет различное значение «this» при вызовах:

let user = { name: "Джон" };

let admin = { name: "Админ" };

function sayHi() {

alert( this.name );

}

user.f = sayHi;

admin.f = sayHi;

user.f(); // Джон (this == user)

admin.f(); // Админ (this == admin)

admin['f'](); // Админ

Правило простое: при вызове obj.f() значение this внутри f равно obj. Так что, в приведённом примере это user или admin.

Можно вызвать функцию вовсе без использования объекта:

function sayHi() {

alert(this);

}

sayHi(); // undefined

В строгом режиме ("use strict") в таком коде значением this будет являться undefined. Если попытаться получить доступ к name, используя this.name – это вызовет ошибку.

В нестрогом режиме значением this в таком случае будет глобальный объект. Обычно подобный вызов является ошибкой программирования. Если внутри функции используется this, тогда ожидается, что она будет вызываться в контексте какого-либо объекта.

В других языках программирования this фиксировано – методы, определённые внутри объекта, всегда сохраняют в качестве значения this ссылку на свой объект (в котором был определён метод). В JavaScript this является «свободным», его значение вычисляется в момент вызова метода и не зависит от того, где этот метод был объявлен, а зависит от того, какой объект вызывает метод (какой объект стоит «перед точкой»).

Такая особенность вычисления this в момент исполнения имеет как свои плюсы, так и минусы. С одной стороны, функция может быть повторно использована в качестве метода у различных объектов (что повышает гибкость). С другой стороны, большая гибкость увеличивает вероятность ошибок.

Некоторые хитрые способы вызова метода приводят к потере значения this, например:

let user = {

name: "Джон",

hi() { alert(this.name); },

bye() { alert("Пока"); }

};

user.hi();

(user.name == "Джон" ? user.hi : user.bye)(); // Ошибка!

В последней строчке кода используется условный оператор ?, который определяет, какой будет вызван метод (user.hi или user.bye) в зависимости от выполнения условия. В данном случае будет выбран user.hi. Затем метод тут же вызывается с помощью скобок (). Но вызов не работает как положено: при вызове будет ошибка, потому что значением "this" внутри функции становится undefined (полагаем, что у нас строгий режим). Так работает (доступ к методу объекта через точку):

user.hi();

Так уже не работает (вызываемый метод вычисляется):

(user.name == "Джон" ? user.hi : user.bye)(); // Ошибка!

Чтобы понять, почему так происходит, разберёмся, как работает вызов методов (obj.method()). В выражении obj.method() сначала оператор точка '.' возвращает свойство объекта – его метод (obj.method). Затем скобки () вызывают этот метод (исполняется код метода). Если поместить эти операции в отдельные строки, то значение this, естественно, будет потеряно:

let user = {

name: "Джон",

hi() { alert(this.name); }

}

let hi = user.hi;

hi(); // Ошибка

Здесь hi = user.hi сохраняет функцию в переменной, и далее в последней строке она вызывается полностью сама по себе, без объекта, так что нет this.

Для работы вызовов типа user.hi(), JavaScript использует трюк – точка '.' возвращает не саму функцию, а специальное значение «ссылочного типа», называемого [Reference Type](https://tc39.github.io/ecma262/" \l "sec-reference-specification-type). Этот ссылочный тип является внутренним типом. Нельзя явно использовать его, но он используется внутри языка. Значение ссылочного типа – это «триплет»: комбинация из трех значений (base, name, strict), где:

* base – это объект.
* name – это имя свойства объекта.
* strict – это режим исполнения. Является true, если действует строгий режим (use strict).

Результатом доступа к свойству user.hi является не функция, а значение ссылочного типа. Для user.hi в строгом режиме оно будет таким:

// значение ссылочного типа (Reference Type)

(user, "hi", true)

Когда скобки () применяются к значению ссылочного типа (происходит вызов), то они получают полную информацию об объекте и его методе, и могут поставить правильный this (=user в данном случае, по base).

Ссылочный тип – исключительно внутренний, промежуточный, используемый, чтобы передать информацию от точки .до вызывающих скобок (). При любой другой операции, например, присваивании hi = user.hi, ссылочный тип заменяется на собственно значение user.hi (функцию), и дальше работа уже идёт только с ней. Поэтому дальнейший вызов происходит уже без this. Таким образом, значение this передаётся правильно, только если функция вызывается напрямую с использованием синтаксиса точки obj.method() или квадратных скобок obj['method']() (они делают то же самое).

Стрелочные функции особенные: у них нет своего «собственного» this. Если использовать this внутри стрелочной функции, то его значение берётся из внешней обычной функции. Например, здесь arrow() использует значение this из внешнего метода user.sayHi():

let user = {

firstName: "Вася",

sayHi() {

let arrow = () => alert(this.firstName);

arrow();

}

};

user.sayHi(); // Вася

Это является особенностью стрелочных функций. Они полезны, когда нет необходимости иметь отдельное значение this, а надо брать его из внешнего контекста.

1. **Итерируемые объекты**.

*Итерируемые* объекты – это концепция, которая позволяет использовать любой объект в цикле for..of.

Конечно же, сами массивы являются перебираемыми объектами. Но есть и много других встроенных перебираемыми объектов, например, строки.

Легко понять принцип устройства перебираемых объектов, создав один из них. Например, есть объект range, который представляет собой диапазон чисел. Это не массив, но он выглядит подходящим для for..of:

let range = {

from: 1,

to: 5

};

Чтобы сделать range итерируемым (и позволить с ним работать for..of), нужно добавить в объект метод с именем Symbol.iterator (специальный встроенный Symbol, созданный как раз для этого).

1. Когда цикл for..of запускается, он вызывает этот метод один раз (или выдаёт ошибку, если метод не найден). Этот метод должен вернуть итератор – объект с методом next.
2. Дальше, for..of работает только с этим возвращённым объектом.
3. Когда for..of хочет получить следующее значение, он вызывает метод next() этого объекта.
4. Результат вызова next() должен иметь вид {done: Boolean, value: any}, где done=true означает, что итерация закончена, в противном случае value содержит очередное значение.

Вот полная реализация range с пояснениями:

let range = {

from: 1,

to: 5

};

// 1. вызов for..of сначала вызывает эту функцию

range[Symbol.iterator] = function() {

// она возвращает объект итератора:

// 2. Далее, for..of работает только с этим итератором, запрашивая у него новые значения

return {

current: this.from,

last: this.to,

// 3. next() вызывается на каждой итерации цикла for..of

next() {

// 4. он должен вернуть значение в виде объекта {done:.., value :...}

if (this.current <= this.last) {

return { done: false, value: this.current++ };

} else {

return { done: true };

}

}

};

};

// теперь работает

for (let num of range) {

alert(num); // 1, затем 2, 3, 4, 5

}

Обратите внимание на ключевую особенность итераторов: разделение ответственности.

* У самого range нет метода next().
* Вместо этого другой объект, так называемый «итератор», создаётся вызовом range[Symbol.iterator](), и именно его next() генерирует значения.

Таким образом, итератор отделен от самого итерируемого объекта. Технически, можно объединить их и использовать сам range как итератор, чтобы упростить код. Например, вот так:

let range = {

from: 1,

to: 5,

[Symbol.iterator]() {

this.current = this.from;

return this;

},

next() {

if (this.current <= this.to) {

return { done: false, value: this.current++ };

} else {

return { done: true };

}

}

};

for (let num of range) {

alert(num); // 1, затем 2, 3, 4, 5

}

Теперь range[Symbol.iterator]() возвращает сам объект range: у него есть необходимый метод next() и он запоминает текущее состояние итерации в this.current. Недостаток такого подхода в том, что теперь нельзя использовать этот объект в двух параллельных циклах for..of: у них будет общее текущее состояние итерации, потому что теперь существует лишь один итератор – сам объект. Но необходимость в двух циклах for..of, выполняемых одновременно, возникает редко, даже при наличии асинхронных операций.

Можно сделать бесконечный итератор. Например, range будет бесконечным при range.to = Infinity. Или можно создать итерируемый объект, который генерирует бесконечную последовательность псевдослучайных чисел. Это бывает полезно.

Метод next не имеет ограничений, он может возвращать все новые и новые значения, это нормально. Конечно же, цикл for..of с таким итерируемым объектом будет бесконечным. Но всегда можно прервать его, используя break.

[**Использование генераторов для перебираемых объектов**](https://learn.javascript.ru/generators#ispolzovanie-generatorov-dlya-perebiraemyh-obektov)

Ранее рассматривался перебираемый объект range, который возвращает значения from..to:

let range = {

from: 1,

to: 5,

[Symbol.iterator]() {

return {

current: this.from,

last: this.to,

next() {

if (this.current <= this.last) {

return { done: false, value: this.current++ };

} else {

return { done: true };

}

}

};

}

};

alert([...range]); // 1,2,3,4,5

Можно использовать функцию-генератор для итерации, указав её в Symbol.iterator. Вот тот же range, но с гораздо более компактным итератором:

let range = {

from: 1,

to: 5,

\*[Symbol.iterator]() { // краткая запись для [Symbol.iterator]: function\*()

for(let value = this.from; value <= this.to; value++) {

yield value;

}

}

};

alert( [...range] ); // 1,2,3,4,5

Это работает, потому что range[Symbol.iterator]() теперь возвращает генератор, и его методы – в точности то, что ожидает for..of: у него есть метод .next(), который возвращает значения в виде {value: ..., done: true/false}.

Генераторы были добавлены в язык JavaScript, в частности, с целью упростить создание перебираемых объектов. Вариант с генератором намного короче, чем исходный вариант перебираемого range, и сохраняет те же функциональные возможности.

Среди встроенных перебираемых объектов наиболее широко используются массивы и строки. Для строки for..of перебирает символы:

for (let char of "test") {

alert( char ); // t, затем e, затем s, затем t

}

И он работает корректно даже с суррогатными парами:

let str = '𝒳😂';

for (let char of str) {

alert( char ); // 𝒳, а затем 😂

}

[**Явный вызов итератора**](https://learn.javascript.ru/iterable#yavnyy-vyzov-iteratora)

Чтобы понять устройство итераторов чуть глубже, давайте посмотрим как их использовать явно. Переберем строку в точности так же, как цикл for..of, но вручную, прямыми вызовами. Код ниже получает строковой итератор и получает из него значения:

let str = "Hello";

let iterator = str[Symbol.iterator]();

while (true) {

let result = iterator.next();

if (result.done) break;

alert(result.value);

}

Такое редко бывает необходимо, но это даёт нам больше контроля над процессом, чем for..of. Например, можно разбить процесс итерации на части: перебрать немного элементов, затем остановиться, сделать что-то ещё, и потом продолжить.

[**Итерируемые объекты и псевдомассивы**](https://learn.javascript.ru/iterable#array-like)

Есть два термина, которые очень похожи, но в то же время сильно различаются.

*Итерируемые объекты*  – это объекты, которые реализуют метод Symbol.iterator, как было описано выше.

*Псевдомассивы* – это объекты, у которых есть индексы и свойство length, то есть они выглядят как массивы.

При использовании JavaScript в браузере или других окружениях, можно встретить объекты, которые являются итерируемыми или псевдомассивами или и тем и другим. Например, строки итерируемы (для них работает for..of) и являются псевдомасссивами (они индексированы и есть length).

Но итерируемый объект может не быть псевдомассивом. И наоборот: псевдомассив может не быть итерируемым. Например, объект range из примера выше – итерируемый, но не является псевдомассивом, потому что у него нет индексированных свойств и length.

А вот объект, который является псевдомассивом, но его нельзя итерировать:

let arrayLike = {

0: "Hello",

1: "World",

length: 2

};

// Ошибка (отсутствует Symbol.iterator)

for (let item of arrayLike) {}

И итерируемые объекты, и псевдомассивы – это обычно не массивы, у них нет методов push, pop и т.д. Довольно неудобно, если есть такой объект и надо работать с ним как с массивом.

Есть универсальный метод [Array.from](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Array/from), который принимает итерируемый объект или псевдомассив и делает из него «настоящий» Array. После этого уже можно использовать методы массивов. Например:

let arrayLike = {

0: "Hello",

1: "World",

length: 2

};

let arr = Array.from(arrayLike); // (\*)

alert(arr.pop()); // World (метод работает)

Array.from в строке (\*) принимает объект, проверяет, является ли он итерируемым объектом или псевдомассивом, затем создаёт новый массив и копирует туда все элементы. То же самое происходит с итерируемым объектом:

let arr = Array.from(range);

alert(arr); // 1,2,3,4,5

Полный синтаксис Array.from позволяет указать необязательную «трансформирующую» функцию:

Array.from(obj[, mapFn, thisArg])

Необязательный второй аргумент может быть функцией, которая будет применена к каждому элементу перед добавлением в массив, а thisArg позволяет установить this для этой функции. Например:

// range взят из примера выше

let arr = Array.from(range, num => num \* num);

alert(arr); // 1,4,9,16,25

Здесь используется Array.from, чтобы превратить строку в массив её элементов:

let str = '𝒳😂';

let chars = Array.from(str);

alert(chars[0]); // 𝒳

alert(chars[1]); // 😂

alert(chars.length); // 2

В отличие от str.split, этот метод в работе опирается на итеративный характер строки и поэтому, совсем как for..of, он корректно работает с суррогатными парами. Технически, это то же самое, что и код ниже, но гораздо короче:

let str = '𝒳😂';

let chars = [];

for (let char of str) {

chars.push(char);

}

alert(chars);

Мы можем даже создать slice, который поддерживает суррогатные пары:

function slice(str, start, end) {

return Array.from(str).slice(start, end).join('');

}

let str = '𝒳😂𩷶';

alert( slice(str, 1, 3) ); // 😂𩷶

// встроенный метод не поддерживает суррогатные пары

alert( str.slice(1, 3) ); // мусор

1. **Преобразование объектов.**

Если сложить два объекта obj1 + obj2, вычесть один из другого obj1 - obj2 или вывести их на экран, воспользовавшись alert(obj), то объекты сначала автоматически преобразуются в примитивы, а затем выполнится операция.

Правила преобразования объектов:

1. Все объекты в логическом контексте являются true. Существуют лишь их численные и строковые преобразования.
2. Численные преобразования происходят, когда осуществляется вычитание объектов или выполняются другие математические операции. Например, объекты Date могут вычитаться и результатом date1 - date2 будет временной отрезок между двумя датами.
3. Что касается строковых преобразований – они обычно происходят, при выводе объекта по типу alert(obj) и в подобных случаях.

[**Преобразование к примитивам**](https://learn.javascript.ru/object-toprimitive#preobrazovanie-k-primitivam)

Можно настраивать строковые и численные преобразования, используя специальные методы объекта. Существуют три варианта преобразований («три хинта»), описанные в [спецификации](https://tc39.github.io/ecma262/#sec-toprimitive):

* "string" – для преобразования объекта к строке, когда операция ожидает получить строку, например, alert:

alert(obj);

// объект в качества имени свойства

anotherObj[obj] = 123;

* "number" – для преобразования объекта к числу, в случае математических операций:

// явное преобразование

let num = Number(obj);

// математическое (исключая бинарный "+")

let n = +obj; // унарный плюс

let delta = date1 - date2;

// больше/меньше сравнения

let greater = user1 > user2;

* "default" – происходит редко, когда оператор «не уверен», какой тип ожидать.

Например, бинарный плюс + может работать с обоими типами: строками (конкатенировать их) и числами (складывать). Таким образом, и те, и другие будут вычисляться. Или, когда происходит сравнение объектов с помощью нестрогого равенства == со строкой, числом или символом, и неясно какое преобразование должно быть выполнено.

// бинарный плюс

let total = car1 + car2;

// obj == string/number/symbol

if (user == 1) { ... };

Оператор больше/меньше <> также может работать, как со строками, так и с числами. Однако, по историческим причинам он использует хинт «number», а не «default».

На практике все встроенные объекты, исключая Date, реализуют "default" преобразования тем же способом, что и "number".

Обратите внимание, что существуют лишь три варианта хинтов. Не существует хинта со значением «boolean» (все объекты являются true в логическом контексте) или каких-либо ещё.

В процессе преобразования, движок JavaScript пытается найти и вызвать три следующих метода объекта:

1. Вызывает obj[Symbol.toPrimitive](hint) – метод с символьным ключом Symbol.toPrimitive (системный символ), если такой метод существует, и передаёт ему хинт.
2. Иначе, если хинт равен "string", пытается вызвать obj.toString(), а если его нет, то obj.valueOf(), если он существует.
3. В случае, если хинт равен "number" или "default", пытается вызвать obj.valueOf(), а если его нет, то obj.toString(), если он существует.

**Метод** [**Symbol.toPrimitive**](https://learn.javascript.ru/object-toprimitive#symbol-toprimitive)

Метод используется для всех преобразований:

obj[Symbol.toPrimitive] = function(hint) {

};

Для примера используем его в реализации объекта user:

let user = {

name: "John",

money: 1000,

[Symbol.toPrimitive](hint) {

alert(`hint: ${hint}`);

return hint == "string" ? `{name: "${this.name}"}` : this.money;

}

};

alert(user); // hint: string -> {name: "John"}

alert(+user); // hint: number -> 1000

alert(user + 500); // hint: default -> 1500

Как видно из кода, user преобразовался в информативную читаемую строку, либо в денежный счёт, в зависимости от значения хинта. Единственный метод user[Symbol.toPrimitive] смог обработать все случаи преобразований.

**[Методы toString/valueOf](https://learn.javascript.ru/object-toprimitive" \l "metody-tostring-valueof)**

Методы toString и valueOf существуют давно. Они не символы, а просто обычные методы объектов со строковыми именами. Они предоставляют «устаревший» способ реализации преобразований объектов.

Если нет метода Symbol.toPrimitive, движок JavaScript пытается найти эти методы и вызвать следующим образом:

* toString – valueOf для хинта со значением «string».
* valueOf – toString – в ином случае.

Для примера, используем их в реализации всё того же объекта user. Воспроизведём его поведение комбинацией методов toString и valueOf:

let user = {

name: "John",

money: 1000,

// "string"

toString() {

return `{name: "${this.name}"}`;

},

// "number" или "default"

valueOf() {

return this.money;

}

};

alert(user); // toString -> {name: "John"}

alert(+user); // valueOf -> 1000

alert(user + 500); // valueOf -> 1500

Как видно, получилось то же поведение, что и у предыдущего примера с Symbol.toPrimitive.

Часто надо описать одно универсальное преобразование объекта к примитиву, для всех ситуаций. Для этого достаточно создать один toString:

let user = {

name: "John",

toString() {

return this.name;

}

};

alert(user); // toString -> John

alert(user + 500); // toString -> John500

В отсутствие Symbol.toPrimitive и valueOf, toString обработает все случаи преобразований к примитивам.

Важно понимать, что все описанные методы для преобразований объектов не обязаны возвращать именно «требуемый хинтом» тип примитива. Нет требований, чтобы toString() возвращал строго строку, или к тому, чтобы метод Symbol.toPrimitive возвращал число для хинта равного «number». Единственное обязательное требование: методы должны возвращать примитив, а не объект.

Если toString или valueOf вернёт объект, то ошибки не будет, но такое значение будет проигнорировано (как если бы метода вообще не существовало). Метод Symbol.toPrimitive, напротив, обязан возвращать примитив, иначе будет ошибка.

[**Последующие операции**](https://learn.javascript.ru/object-toprimitive#posleduyuschie-operatsii)

Операция, инициализировавшая преобразование, получает примитив, и затем продолжает работу с ним, производя дальнейшие преобразования, если это необходимо. Например:

* Математические операции, исключая бинарный плюс, преобразуют примитив к числу:

let obj = {

toString() {

return "2";

}

};

alert(obj \* 2); // 4

* Бинарный плюс + в аналогичном случае сложит строки:

let obj = {

toString() {

return "2";

}

};

alert(obj + 2); // 22

1. **Создание объектов через "new".**

Обычный синтаксис {...} позволяет создать только один объект. Но часто нужно создать множество однотипных объектов, таких как пользователи, элементы меню и т.д. Это можно сделать при помощи функции-конструктора и оператора "new".

**[Функция-конструктор](https://learn.javascript.ru/constructor-new" \l "funktsiya-konstruktor)**

Функции-конструкторы являются обычными функциями. Но есть два соглашения:

1. Имя функции-конструктора должно начинаться с большой буквы.
2. Функция-конструктор должна вызываться при помощи оператора "new".

Например:

function User(name) {

this.name = name;

this.isAdmin = false;

}

let user = new User("Вася");

alert(user.name); // Вася

alert(user.isAdmin); // false

Когда функция вызывается как new User(...), происходит следующее:

1. Создаётся новый пустой объект, и он присваивается this.
2. Выполняется код функции. Обычно он модифицирует this, добавляет туда новые свойства.
3. Возвращается значение this.

Другими словами, вызов new User(...) делает примерно вот что:

function User(name) {

// this = {};

this.name = name;

this.isAdmin = false;

// return this;

}

То есть, результат вызова new User("Вася") – это тот же объект, что и:

let user = {

name: "Вася",

isAdmin: false

};

Теперь, когда необходимо будет создать других пользователей, можно использовать new User("Маша"), new User("Даша") и т.д. Данная конструкция гораздо удобнее и читабельнее, чем каждый раз создавать литерал объекта. Это и является основной целью конструкторов – удобное повторное создание однотипных объектов.

Ещё раз заметим: технически, любая функция может быть использована как конструктор. То есть, каждая функция может быть вызвана при помощи оператора new и выполнит алгоритм, указанный выше в примере. Заглавная буква в названии функции является всеобщим соглашением по именованию, она как бы подсказывает разработчику, что данная функция является функцией-конструктором и её нужно вызывать через new.

**new function() { … }**

Если коде большое количество строк, создающих один сложный объект, можно обернуть их в функцию-конструктор следующим образом:

let user = new function() {

this.name = "Вася";

this.isAdmin = false;

// ...

};

Такой конструктор не может быть вызван дважды, так как он нигде не сохраняется, просто создаётся и тут же вызывается. Таким образом, такой метод создания позволяет инкапсулировать код, который создаёт отдельный объект, но без возможности его повторного использования. Данный метод используется очень редко.

Используя специальное свойство new.target внутри функции, можно проверить, вызвана ли функция при помощи оператора new или без него.

Обычно конструкторы ничего не возвращают. Их задача – записать все необходимое в this, который в итоге станет результатом.

Но если return всё же есть, то применяется простое правило:

* при вызове return с объектом, будет возвращён объект, а не this;
* при вызове return с примитивным значением, примитивное значение будет отброшено.

Другими словами, return с объектом возвращает объект, в любом другом случае конструктор вернёт this. В примере ниже return возвращает объект вместо this:

function BigUser() {

this.name = "Вася";

// возвращает объект

return { name: "Godzilla" };

}

alert( new BigUser().name );

Пример с пустым return (можно поставить примитив после return, не важно):

function SmallUser() {

this.name = "Вася";

return; // возвращает this

// ...

}

alert( new SmallUser().name ); // Вася

Можно не ставить скобки после new, если вызов конструктора идёт без аргументов:

let user = new User;

// то же, что и

let user = new User();

Пропуск скобок считается плохой практикой, но синтаксис языка такое позволяет.

[**Создание методов в конструкторе**](https://learn.javascript.ru/constructor-new#sozdanie-metodov-v-konstruktore)

Использование конструкторов для создания объектов даёт большую гибкость. Можно передавать конструктору параметры, определяющие, как создавать объект, и что в него записывать. В this можно добавлять не только свойства, но и методы.

Например, в примере ниже, new User(name) создаёт объект с данным именем name и методом sayHi:

function User(name) {

this.name = name;

this.sayHi = function() {

alert( "Меня зовут: " + this.name );

};

}

let vasya = new User("Вася");

vasya.sayHi(); // Меня зовут: Вася

/\*

vasya = {

name: "Вася",

sayHi: function() { ... }

}

\*/

1. **Флаги и дескрипторы свойств.**

**[Флаги свойств](https://learn.javascript.ru/property-descriptors" \l "flagi-svoystv)**

Помимо значения value, свойства объекта имеют три специальных атрибута (так называемые «флаги»):

* writable – если true, свойство можно изменить, иначе оно только для чтения.
* enumerable – если true, свойство перечисляется в циклах, в противном случае циклы его игнорируют.
* configurable – если true, свойство можно удалить, а эти атрибуты можно изменять, иначе этого делать нельзя.

Эти атрибуты обычно скрыты. Когда создается свойство «обычным способом», все эти атрибуты имеют значение true. Но можно изменить их в любое время.

Метод [Object.getOwnPropertyDescriptor](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/getOwnPropertyDescriptor) позволяет получить полную информацию о свойстве. Его синтаксис:

let descriptor = Object.getOwnPropertyDescriptor(obj, propertyName);

* obj – объект, из которого получаем информацию.
* propertyName – имя свойства.

Возвращаемое значение – это объект, так называемый «дескриптор свойства»: он содержит значение свойства и все его флаги. Например:

let user = {

name: "John"

};

let descriptor = Object.getOwnPropertyDescriptor(user, 'name');

alert( JSON.stringify(descriptor, null, 2 ) );

/\* дескриптор свойства:

{

"value": "John",

"writable": true,

"enumerable": true,

"configurable": true

}

\*/

Чтобы изменить флаги, можно использовать метод [Object.defineProperty](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/defineProperty). Его синтаксис:

Object.defineProperty(obj, propertyName, descriptor)

* obj, propertyName – объект и его свойство, для которого нужно применить дескриптор.
* descriptor – применяемый дескриптор.

Если свойство существует, defineProperty обновит его флаги. В противном случае метод создает новое свойство с указанным значением и флагами; если какой-либо флаг не указан явно, ему присваивается значение false. Например, здесь создаётся свойство name, все флаги которого имеют значение false:

let user = {};

Object.defineProperty(user, "name", {

value: "John"

});

let descriptor = Object.getOwnPropertyDescriptor(user, 'name');

alert( JSON.stringify(descriptor, null, 2 ) );

/\*

{

"value": "John",

"writable": false,

"enumerable": false,

"configurable": false

}

\*/

Сравните этот способ с user.name, который создан выше «обычным способом»: в этот раз все флаги имеют значение false. Если это не то, что нужно, надо присвоить им значения true в параметре descriptor.

Рассмотрим на примерах, что даёт использование флагов.

[**Только для чтения**](https://learn.javascript.ru/property-descriptors#tolko-dlya-chteniya)

Сделаем свойство user.name доступным только для чтения. Для этого изменим флаг writable:

let user = {

name: "John"

};

Object.defineProperty(user, "name", {

writable: false

});

user.name = "Pete"; // Ошибка

Теперь никто не сможет изменить имя пользователя, если только не обновит соответствующий флаг новым вызовом defineProperty.

Ошибки появляются только в строгом режиме, в нестрогом режиме, без use strict, не видно никаких ошибок при записи в свойства «только для чтения» и т.п. Но эти операции всё равно не будут выполнены успешно. Действия, нарушающие ограничения флагов, в нестрогом режиме просто молча игнорируются.

Вот тот же пример, но свойство создано «с нуля»:

let user = { };

Object.defineProperty(user, "name", {

value: "John",

enumerable: true,

configurable: true

});

alert(user.name); // John

user.name = "Pete"; // Ошибка

[**Неперечисляемое свойство**](https://learn.javascript.ru/property-descriptors#neperechislimoe-svoystvo)

Добавим собственный метод toString к объекту user. Встроенный метод toString в объектах – неперечисляемый, его не видно в цикле for..in. Но если написать свой собственный метод toString, цикл for..in будет выводить его по умолчанию:

let user = {

name: "John",

toString() {

return this.name;

}

};

for (let key in user) alert(key); // name, toString

Если в этом нет необходимости, можно установить для свойства enumerable: false. Тогда оно перестанет появляться в цикле for..in, аналогично встроенному toString:

let user = {

name: "John",

toString() {

return this.name;

}

};

Object.defineProperty(user, "toString", {

enumerable: false

});

for (let key in user) alert(key); // name

Неперечисляемые свойства также не возвращаются Object.keys:

alert(Object.keys(user)); // name

[**Неконфигурируемое свойство**](https://learn.javascript.ru/property-descriptors#nekonfiguriruemoe-svoystvo)

Флаг неконфигурируемого свойства (configurable: false) иногда предустановлен для некоторых встроенных объектов и свойств. Неконфигурируемое свойство не может быть удалено или изменено с помощью defineProperty. Например, свойство Math.PI – только для чтения, неперечисляемое и неконфигурируемое:

let descriptor = Object.getOwnPropertyDescriptor(Math, 'PI');

alert( JSON.stringify(descriptor, null, 2 ) );

/\*

{

"value": 3.141592653589793,

"writable": false,

"enumerable": false,

"configurable": false

}

\*/

То есть программист не сможет изменить значение Math.PI или перезаписать его.

Math.PI = 3; // Ошибка

Если свойство определено как неконфигурируемое, то нельзя поменять его обратно, потому что defineProperty не работает с неконфигурируемыми свойствами. В коде ниже свойство name определено как константа:

let user = { };

Object.defineProperty(user, "name", {

value: "John",

writable: false,

configurable: false

});

Object.defineProperty(user, "name", {writable: true}); // Ошибка

В нестрогом режиме мы не увидим никаких ошибок при записи в свойства «только для чтения» и т.п. Эти операции всё равно не будут выполнены успешно. Действия, нарушающие ограничения флагов, в нестрогом режиме просто молча игнорируются.

**[Метод Object.defineProperties](https://learn.javascript.ru/property-descriptors" \l "metod-object-defineproperties)**

Существует метод [Object.defineProperties(obj, descriptors)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/defineProperties), который позволяет определять множество свойств сразу. Его синтаксис:

Object.defineProperties(obj, {

prop1: descriptor1,

prop2: descriptor2

// ...

});

Например:

Object.defineProperties(user, {

name: { value: "John", writable: false },

surname: { value: "Smith", writable: false },

// ...

});

Таким образом, можно определить множество свойств одной операцией.

**Метод** [**Object.getOwnPropertyDescriptors**](https://learn.javascript.ru/property-descriptors#object-getownpropertydescriptors)

Чтобы получить все дескрипторы свойств сразу, можно воспользоваться методом [Object.getOwnPropertyDescriptors(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/getOwnPropertyDescriptors). Вместе с Object.defineProperties этот метод можно использовать для клонирования объекта вместе с его флагами:

let clone = Object.defineProperties({}, Object.getOwnPropertyDescriptors(obj));

Обычно при клонировании объекта используется присваивание, чтобы скопировать его свойства:

for (let key in user) {

clone[key] = user[key]

}

Но это не копирует флаги. Поэтому если нужен клон с флагами, предпочтительнее использовать Object.defineProperties. Другое отличие в том, что for..in игнорирует символьные свойства, а Object.getOwnPropertyDescriptors возвращает дескрипторы всех свойств, включая свойства-символы.

**[Глобальное запечатывание объекта](https://learn.javascript.ru/property-descriptors" \l "globalnoe-zapechatyvanie-obekta)**

Дескрипторы свойств работают на уровне конкретных свойств. Но еще есть методы, которые ограничивают доступ ко всему объекту:

* [Object.preventExtensions(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/preventExtensions) – запрещает добавлять новые свойства в объект.
* [Object.seal(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/seal) – запрещает добавлять/удалять свойства. Устанавливает configurable: false для всех существующих свойств.
* [Object.freeze(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/freeze) – запрещает добавлять/удалять/изменять свойства. Устанавливает configurable: false, writable: false для всех существующих свойств.

А также есть методы для их проверки:

* [Object.isExtensible(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/isExtensible) – возвращает false, если добавление свойств запрещено, иначе true.
* [Object.isSealed(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/isSealed) – возвращает true, если добавление/удаление свойств запрещено и для всех существующих свойств установлено configurable: false.
* [Object.isFrozen(obj)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Object/isFrozen) – возвращает true, если добавление/удаление/изменение свойств запрещено, и для всех текущих свойств установлено configurable: false, writable: false.

На практике эти методы используются редко.

1. **Геттеры и сеттеры.**

Есть два типа свойств объекта. Первый тип это свойства-данные (data properties). Все свойства, которые использовались до текущего момента были свойствами-данными. Второй тип свойств это свойства-аксессоры (accessor properties). По своей сути это функции, которые используются для присвоения и получения значения, но во внешнем коде они выглядят как обычные свойства объекта.

[**Геттеры и сеттеры**](https://learn.javascript.ru/property-accessors#gettery-i-settery)

Свойства-аксессоры представлены методами: «геттер» – для чтения и «сеттер» – для записи. При литеральном объявлении объекта они обозначаются get и set:

let obj = {

get propName() {

// геттер, срабатывает при чтении obj.propName

},

set propName(value) {

// сеттер, срабатывает при записи obj.propName = value

}

};

Геттер срабатывает, когда obj.propName читается, сеттер – когда значение назначается. Например, есть объект user со свойствами name и surname:

let user = {

name: "John",

surname: "Smith"

};

Добавим свойство объекта fullName для полного имени – "John Smith". Реализуем его при помощи аксессора:

let user = {

name: "John",

surname: "Smith",

get fullName() {

return `${this.name} ${this.surname}`;

}

};

alert(user.fullName); // John Smith

Снаружи свойство-аксессор выглядит как обычное свойство. В этом и заключается смысл свойств-аксессоров. user.fullName  не вызывается  как функция, а читается как обычное свойство: геттер сам вернет нужное значение.

На данный момент в примере fullName имеет только геттер. Если попытаться присвоить значение свойству user.fullName, то это вызовет ошибку:

let user = {

get fullName() {

return `...`;

}

};

user.fullName = "Тест"; // Ошибка

Давайте исправим это, добавив сеттер для user.fullName:

let user = {

name: "John",

surname: "Smith",

get fullName() {

return `${this.name} ${this.surname}`;

},

set fullName(value) {

[this.name, this.surname] = value.split(" ");

}

};

user.fullName = "Alice Cooper";

alert(user.name); // Alice

alert(user.surname); // Cooper

В итоге получим «виртуальное» свойство fullName. Его можно прочитать и изменить, но по факту его не существует.

При попытке удалить свойство-аксессор оператором delete будет ошибка.

Дескрипторы свойств-аксессоров отличаются от «обычных» свойств-данных. Свойства-аксессоры не имеют value и writable, но взамен предлагают функции get и set.

То есть, дескриптор аксессора может иметь:

* get – функция без аргументов, которая сработает при чтении свойства,
* set – функция, принимающая один аргумент, вызываемая при присвоении свойства,
* enumerable – то же самое, что и для свойств-данных,
* configurable – то же самое, что и для свойств-данных.

Например, для создания аксессора fullName при помощи defineProperty можно передать дескриптор с использованием get и set:

let user = {

name: "John",

surname: "Smith"

};

Object.defineProperty(user, 'fullName', {

get() {

return `${this.name} ${this.surname}`;

},

set(value) {

[this.name, this.surname] = value.split(" ");

}

});

alert(user.fullName); // John Smith

for(let key in user) alert(key); // name, surname

Ещё раз заметим, что свойство объекта может быть только свойством-аксессором (с методами get/set) или свойством-данных (со значением value). При попытке указать и get и value в одном дескрипторе будет ошибка:

// Error: Invalid property descriptor.

Object.defineProperty({}, 'prop', {

get() {

return 1

},

value: 2

});

Геттеры/сеттеры можно использовать как обёртки над «реальными» значениями свойств, чтобы получить больше контроля над операциями с ними. Например, если надо запретить устанавливать короткое имя для user, можно использовать сеттер name для проверки, а само значение хранить в отдельном свойстве \_name:

let user = {

get name() {

return this.\_name;

},

set name(value) {

if (value.length < 4) {

alert("Имя слишком короткое, должно быть более 4 символов");

return;

}

this.\_name = value;

}

};

user.name = "Pete";

alert(user.name); // Pete

user.name = ""; // Имя слишком короткое...

Таким образом, само имя хранится в \_name, доступ к которому производится через геттер и сеттер. Технически, внешний код всё ещё может получить доступ к имени напрямую с помощью user.\_name, но существует широко известное соглашение о том, что свойства, которые начинаются с символа "\_", являются внутренними, и к ним не следует обращаться извне пределов объекта.

Аксессоры позволяют в любой момент взять «обычное» свойство и изменить его поведение, поменяв на геттер и сеттер. Например, представим, что реализован объект user, с использованием свойств-данных имя name и возраст age:

function User(name, age) {

this.name = name;

this.age = age;

}

let john = new User("John", 25);

alert( john.age ); // 25

Но со временем взамен возраста age можно хранить дату рождения birthday, потому что так более точно и удобно:

function User(name, birthday) {

this.name = name;

this.birthday = birthday;

}

let john = new User("John", new Date(1992, 6, 1));

Чтобы не менять весь старый код, который использует свойство age можно добавить геттер для age:

function User(name, birthday) {

this.name = name;

this.birthday = birthday;

Object.defineProperty(this, "age", {

get() {

let todayYear = new Date().getFullYear();

return todayYear - this.birthday.getFullYear();

}

});

}

let john = new User("John", new Date(1992, 6, 1));

alert( john.birthday );

alert( john.age );

Теперь и старый код работает, и появилось полезное дополнительное свойство.

1. **Декораторы и переадресация вызова.**

JavaScript предоставляет исключительно гибкие возможности по работе с функциями: они могут быть переданы в другие функции, использованы как объекты. Рассмотрим как перенаправлять вызовы между ними и как их декорировать.

[**Прозрачное кеширование**](https://learn.javascript.ru/call-apply-decorators#prozrachnoe-keshirovanie)

Представим, что есть функция slow(x), выполняющая ресурсоёмкие вычисления, но возвращающая стабильные результаты. Другими словами, для одного и того же *x* она всегда возвращает один и тот же результат. Если функция вызывается часто, то стоит кешировать (запомнить) возвращаемые ею результаты, чтобы сэкономить время на повторных вычислениях.

Вместо того, чтобы усложнять slow(x) дополнительной функциональностью заключим её в функцию-обёртку – «wrapper» (от англ. «wrap» – обёртывать), которая добавит кеширование. Вот код с объяснениями:

function slow(x) {

// здесь могут быть CPU ресурсоёмкие вычисления

alert(`Called with ${x}`);

return x;

}

function cachingDecorator(func) {

let cache = new Map();

return function(x) {

if (cache.has(x)) { // если кэш содержит такой x

return cache.get(x); // читаем из него результат

}

let result = func(x); // иначе, вызываем функцию

cache.set(x, result); // и кешируем (запоминаем) результат

return result;

};

}

slow = cachingDecorator(slow);

alert( slow(1) ); // slow(1) кешируем

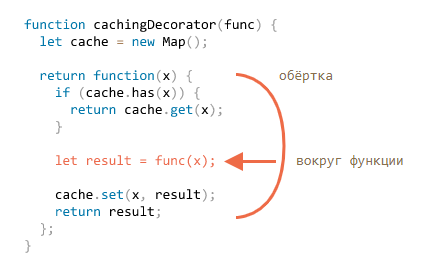
alert( "Again: " + slow(1) ); // возвращаем кеш

alert( slow(2) ); // slow(2) кешируем

alert( "Again: " + slow(2) ); // возвращаем кеш

В коде выше cachingDecorator – это декоратор, специальная функция, которая принимает другую функцию и изменяет её поведение. Идея состоит в том, что можно вызвать cachingDecorator с любой функцией, в результате чего получим кеширующую обёртку. Это удобно, т.к. может быть множество функций, использующих такой функционал, и все, что нужно сделать – это применить к ним cachingDecorator. Отделяя кеширующий код от основного кода, также сохраняем чистоту и простоту последнего.

Результат вызова cachingDecorator(func) является «обёрткой», т.е. function(x) «оборачивает» вызов func(x) в кеширующую логику:



С точки зрения внешнего кода обёрнутая функция slow по-прежнему делает то же самое. Обёртка всего добавляет к её поведению аспект кеширования.

Подводя итог, можно выделить несколько преимуществ использования отдельной cachingDecorator вместо изменения кода самой slow:

* Функцию cachingDecorator можно использовать повторно. Можно применить её к другой функции.
* Логика кеширования является отдельной, она не увеличивает сложность самой slow (если таковая была).
* При необходимости можно объединить несколько декораторов (речь о них пойдёт позже).

**[Применение «func.call» для передачи контекста](https://learn.javascript.ru/call-apply-decorators" \l "primenenie-func-call-dlya-peredachi-konteksta)**

Упомянутый выше кеширующий декоратор не подходит для работы с методами объектов. Например, в приведённом ниже коде worker.slow() перестаёт работать после применения декоратора:

let worker = {

someMethod() {

return 1;

},

slow(x) {

alert("Called with " + x);

return x \* this.someMethod(); // (\*)

}

};

// тот же код, что и выше

function cachingDecorator(func) {

let cache = new Map();

return function(x) {

if (cache.has(x)) {

return cache.get(x);

}

let result = func(x); // (\*\*)

cache.set(x, result);

return result;

};

}

alert( worker.slow(1) ); // оригинальный метод работает

worker.slow = cachingDecorator(worker.slow); // сделаем его кеширующим

alert( worker.slow(2) ); // Ошибка

Ошибка возникает в строке (\*). Функция пытается получить доступ к this.someMethod и завершается с ошибкой. Причина в том, что в строке (\*\*) декоратор вызывает оригинальную функцию как func(x), а в этом случае функция получает this = undefined. Т.е. декоратор передаёт вызов оригинальному методу, но без контекста.

Существует специальный встроенный метод функции [func.call(context, …args)](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Function/call), который позволяет вызывать функцию, явно устанавливая this. Синтаксис:

func.call(context, arg1, arg2, ...)

Он запускает функцию func, предоставляя первый аргумент как this, а последующие как её аргументы. Проще говоря, эти два вызова делают почти то же самое:

func(1, 2, 3);

func.call(obj, 1, 2, 3)

Они оба вызывают func с аргументами 1, 2 и 3. Единственное отличие состоит в том, что func.call также устанавливает this в obj. Например, в приведённом ниже коде вызывается sayHi в контексте различных объектов: sayHi.call(user) запускает sayHi, передавая this=user, а следующая строка устанавливает this=admin:

function sayHi() {

alert(this.name);

}

let user = { name: "John" };

let admin = { name: "Admin" };

sayHi.call( user ); // this = John

sayHi.call( admin ); // this = Admin

Здесь используется call для вызова say с заданным контекстом и фразой:

function say(phrase) {

alert(this.name + ': ' + phrase);

}

let user = { name: "John" };

say.call( user, "Hello" ); // John: Hello

В рассматриваемом примере можно использовать call в обёртке для передачи контекста в исходную функцию:

let worker = {

someMethod() {

return 1;

},

slow(x) {

alert("Called with " + x);

return x \* this.someMethod(); // (\*)

}

};

function cachingDecorator(func) {

let cache = new Map();

return function(x) {

if (cache.has(x)) {

return cache.get(x);

}

let result = func.call(this, x); // 'this' передаётся правильно

cache.set(x, result);

return result;

};

}

worker.slow = cachingDecorator(worker.slow); // сделаем её кеширующей

alert( worker.slow(2) ); // работает

alert( worker.slow(2) ); // работает

Рассмотрим подробнее, как передаётся this:

1. После декорации worker.slow становится обёрткой function (x) { ... }.
2. Так что при выполнении worker.slow(2) обёртка получает 2 в качестве аргумента, и this=worker (так как это объект перед точкой).
3. Внутри обёртки, если результат ещё не кеширован, func.call(this, x) передаёт текущий this (=worker) и текущий аргумент (=2) в оригинальную функцию.

[**Функция с несколькими аргументами – func.apply**](https://learn.javascript.ru/call-apply-decorators#perehodim-k-neskolkim-argumentam-s-func-apply)

Сделаем cachingDecorator ещё более универсальным. До сих пор он работал только с функциями с одним аргументом. Кешируем метод с несколькими аргументами worker.slow:

let worker = {

slow(min, max) {

return min + max; // здесь может быть тяжёлая задача

}

};

// should remember same-argument calls

worker.slow = cachingDecorator(worker.slow);

Ранее для одного аргумента *x* можно было просто сохранить результат cache.set(x, result) и вызвать cache.get(x) чтобы получить его. Но теперь нужно запомнить результат для комбинации аргументов (min,max). Встроенный Map принимает только одно значение как ключ. Есть много возможных решений:

1. Реализовать новую (или использовать стороннюю) структуру данных для коллекции, которая более универсальна чем встроенный Map, и поддерживает множественные ключи.
2. Использовать вложенные коллекции: cache.set(min) будет Map которая хранит пару (max, result). Тогда получить result можно вызвав cache.get(min).get(max).
3. Соединить два значения в одно. В нашем конкретном случае можно просто использовать строку "min,max" как ключ к Map. Для гибкости, можно позволить передавать хеширующую функцию в декоратор, которая знает, как сделать одно значение из многих.

Для многих практических применений третий вариант наиболее предпочтителен, поэтому реализуем его.

Нужно заменить func.call(this, x) на func.call(this, ...arguments), чтобы передавать все аргументы обёрнутой функции, а не только первый. Вот более мощный cachingDecorator:

let worker = {

slow(min, max) {

alert(`Called with ${min},${max}`);

return min + max;

}

};

function cachingDecorator(func, hash) {

let cache = new Map();

return function() {

let key = hash(arguments); // (\*)

if (cache.has(key)) {

return cache.get(key);

}

let result = func.call(this, ...arguments); // (\*\*)

cache.set(key, result);

return result;

};

}

function hash(args) {

return args[0] + ',' + args[1];

}

worker.slow = cachingDecorator(worker.slow, hash);

alert( worker.slow(3, 5) ); // работает

alert( "Again " + worker.slow(3, 5) ); // аналогично (из кеша)

Теперь он работает с любым количеством аргументов. Есть два изменения:

* В строке (\*) вызываем hash для создания одного ключа из arguments. Здесь используем простую функцию «объединения», которая превращает аргументы (3, 5) в ключ "3,5". В более сложных случаях могут потребоваться другие функции хеширования.
* Затем (\*\*) используем func.call(this, ...arguments) для передачи как контекста, так и всех аргументов, полученных обёрткой (независимо от их количества), в исходную функцию.

Вместо func.call(this, ...arguments) можно написать func.apply(this, arguments). Синтаксис встроенного метода [func.apply](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Function/apply):

func.apply(context, args)

Он выполняет func, устанавливая this=context и принимая в качестве списка аргументов псевдомассив args. Единственная разница в синтаксисе между call и apply состоит в том, что call ожидает список аргументов, в то время как apply принимает псевдомассив. Эти два вызова почти эквивалентны:

func.call(context, ...args);

func.apply(context, args);

Есть только одна небольшая разница: оператор расширения ... позволяет передавать перебираемый объект args в виде списка в call, а apply принимает только псевдомассив args. Так что эти вызовы дополняют друг друга. Для перебираемых объектов сработает call, а там, где ожидается псевдомассив – apply.

Если есть, например, реальный массив, то технически можно использовать любой, но apply, вероятно, будет быстрее, потому что большинство движков JavaScript внутренне оптимизируют его лучше. Передача всех аргументов вместе с контекстом другой функции называется «перенаправлением вызова» (call forwarding). Простейший вид такого перенаправления:

let wrapper = function() {

return func.apply(this, arguments);

};

При вызове wrapper из внешнего кода его не отличить от вызова исходной функции.

[**Заимствование метода**](https://learn.javascript.ru/call-apply-decorators#method-borrowing)

Сделаем ещё одно небольшое улучшение функции хеширования:

function hash(args) {

return args[0] + ',' + args[1];

}

На данный момент он работает только для двух аргументов. Было бы лучше, если бы она могла склеить любое количество args. Естественным решением было бы использовать метод [arr.join](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Array/join):

function hash(args) {

return args.join();

}

Но это не сработает, потому что вызывается hash(arguments), а объект arguments является перебираемым и псевдомассивом, но не реальным массивом. Таким образом, вызов join для него не сработает:

function hash() {

alert( arguments.join() ); // Ошибка: arguments.join не является функцией

}

hash(1, 2);

Тем не менее, есть простой способ использовать соединение массива:

function hash() {

alert( [].join.call(arguments) ); // 1,2

}

hash(1, 2);

Этот способ называется заимствование метода. Т.е. заимствуется метод join из обычного массива [].join и используется [].join.call, чтобы выполнить его в контексте arguments. Это связано с тем, что внутренний алгоритм встроенного метода arr.join(glue) очень прост:

1. Пускай первым аргументом будет glue или, в случае отсутствия аргументов, им будет запятая ",".
2. Пускай result будет пустой строкой "".
3. Добавить this[0] к result.
4. Добавить glue и this[1].
5. Добавить glue и this[2].
6. Выполнять до тех пор, пока this.length элементов не будет склеено.
7. Вернуть result.

Таким образом, технически он принимает this и объединяет this[0], this[1]… и т.д. вместе. Он намеренно написан так, что допускает любой псевдомассив this (не случайно, многие методы следуют этой практике). Вот почему он также работает с this=arguments.

1. **Привязка контекста.**

При передаче методов объекта в качестве колбэков, например, для setTimeout, возникает известная проблема – потеря this.

**[Потеря «this»](https://learn.javascript.ru/bind" \l "poterya-this)**

Примеры потери this рассматривались ранее. Как только метод передается отдельно от объекта – this теряется. Вот как это может произойти с setTimeout:

let user = {

firstName: "Вася",

sayHi() {

alert(`Привет, ${this.firstName}!`);

}

};

setTimeout(user.sayHi, 1000); // Привет, undefined!

При запуске этого кода видно, что вызов this.firstName возвращает не «Вася», а undefined. Это произошло потому, что setTimeout получил функцию sayHi, отдельно от объекта user (именно здесь функция и потеряла контекст). То есть последняя строка может быть переписана как:

let f = user.sayHi;

setTimeout(f, 1000); // контекст user потеряли

Метод setTimeout в браузере имеет особенность: он устанавливает this=window для вызова функции (в Node.js thisстановится объектом таймера, но здесь это не имеет значения). Таким образом, для this.firstName он пытается получить window.firstName, которого не существует. В других подобных случаях обычно this просто становится undefined.

Задача состоит в том, что надо передать метод объекта куда-то ещё (в этом конкретном случае – в планировщик), где он будет вызван. Нужно, чтобы он был вызван в правильном контексте.

Есть несколько решений этой задачи. Одно из них – [сделать функцию-обёртку](https://learn.javascript.ru/bind#reshenie-1-sdelat-funktsiyu-obyortku), обернуть вызов в анонимную функцию, создав замыкание:

let user = {

firstName: "Вася",

sayHi() {

alert(`Привет, ${this.firstName}!`);

}

};

setTimeout(function() {

user.sayHi(); // Привет, Вася!

}, 1000);

Теперь код работает корректно, так как объект user достаётся из замыкания, а затем вызывается его метод sayHi. То же самое, только короче:

setTimeout(() => user.sayHi(), 1000); // Привет, Вася!

Теперь в коде появилась небольшая уязвимость: до момента срабатывания setTimeout (задержка составляет целую секунду) в переменную user может быть записано другое значение. Тогда вызов будет совсем не тот:

let user = {

firstName: "Вася",

sayHi() {

alert(`Привет, ${this.firstName}!`);

}

};

setTimeout(() => user.sayHi(), 1000);

user = { sayHi() { alert("Другой пользователь в 'setTimeout'!"); } };

Второе решение описанной выше задачи гарантирует, что такого не случится. Оно заключается в привязке [контекста с помощью bind](https://learn.javascript.ru/bind" \l "reshenie-2-privyazat-kontekst-s-pomoschyu-bind). В современном JavaScript у функций есть встроенный метод [bind](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Function/bind), который позволяет зафиксировать this. Базовый синтаксис bind:

let boundFunc = func.bind(context);

Результатом вызова func.bind(context) является особый «экзотический объект» (термин взят из спецификации), который вызывается как функция и прозрачно передает вызов в func, при этом устанавливая this=context. Другими словами, вызов boundFunc подобен вызову func с фиксированным this. Например, в коде ниже funcUser передает вызов в func, фиксируя this=user:

let user = {

firstName: "Вася"

};

function func() {

alert(this.firstName);

}

let funcUser = func.bind(user);

funcUser(); // Вася

Здесь func.bind(user) – это «связанный вариант» func, с фиксированным this=user. Все аргументы передаются исходному методу func «как есть», например:

let user = {

firstName: "Вася"

};

function func(phrase) {

alert(phrase + ', ' + this.firstName);

}

// привязка this к user

let funcUser = func.bind(user);

funcUser("Привет"); // Привет, Вася

Теперь давайте попробуем с методом объекта:

let user = {

firstName: "Вася",

sayHi() {

alert(`Привет, ${this.firstName}!`);

}

};

let sayHi = user.sayHi.bind(user); // (\*)

sayHi(); // Привет, Вася!

setTimeout(sayHi, 1000); // Привет, Вася!

В строке (\*) метод user.sayHi привязываем к user. Теперь SayHi – это «связанная» функция, которая может быть вызвана отдельно или передана в setTimeout (контекст всегда будет правильным). Здесь можно видеть, что bind исправляет только this, а аргументы передаются «как есть»:

let user = {

firstName: "Вася",

say(phrase) {

alert(`${phrase}, ${this.firstName}!`);

}

};

let say = user.say.bind(user);

say("Привет"); // Привет, Вася

say("Пока"); // Пока, Вася

До сих пор речь шла только о привязывании this. Можно привязать не только this, но и аргументы. Это делается редко, но иногда может быть полезно.

Полный синтаксис bind:

let bound = func.bind(context, [arg1], [arg2], ...);

Это позволяет привязать контекст this и начальные аргументы функции. Например, у нас есть функция умножения mul(a, b):

function mul(a, b) {

return a \* b;

}

Воспользуемся bind, чтобы создать функцию double на её основе:

function mul(a, b) {

return a \* b;

}

let double = mul.bind(null, 2);

alert( double(3) ); // = mul(2, 3) = 6

alert( double(4) ); // = mul(2, 4) = 8

alert( double(5) ); // = mul(2, 5) = 10

Вызов mul.bind(null, 2) создаёт новую функцию double, которая передаёт вызов mul, фиксируя null как контекст и 2 – как первый аргумент. Следующие аргументы передаются «как есть». Это называется [частичное применение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) – создаётся новая функция, которая фиксирует некоторые из существующих параметров.

Обратите внимание, что в данном случае не используется this. Но для bind это обязательный параметр, так что надо передать туда что-нибудь вроде null. В следующем коде функция triple умножает значение на три:

function mul(a, b) {

return a \* b;

}

let triple = mul.bind(null, 3);

alert( triple(3) ); // = mul(3, 3) = 9

alert( triple(4) ); // = mul(3, 4) = 12

alert( triple(5) ); // = mul(3, 5) = 15

Польза от частично применённой функции в том, что можно создать независимую функцию с понятным названием (double, triple). Можно использовать её и не передавать каждый раз первый аргумент, т.к. он зафиксирован с помощью bind.

В других случаях частичное применение полезно, когда есть очень общая функция и для удобства надо создать её частный вариант. Например, есть функция send(from, to, text) и позже может возникнуть необходимость внутри объекта user использовать её частный вариант: sendTo(to, text), который отправляет текст от имени текущего пользователя.

Возможна ситуация, когда надо зафиксировать некоторые аргументы, но не контекст this. Например, для метода объекта. Встроенный bind не позволяет этого. Нельзя просто опустить контекст и перейти к аргументам. Но можно создать вспомогательную функцию partial, которая привязывает только аргументы. Вот так:

function partial(func, ...argsBound) {

return function(...args) { // (\*)

return func.call(this, ...argsBound, ...args);

}

}

let user = {

firstName: "John",

say(time, phrase) {

alert(`[${time}] ${this.firstName}: ${phrase}!`);

}

};

user.sayNow = partial(user.say, new Date().getHours() + ':' + new Date().getMinutes());

user.sayNow("Hello"); // [10:00] John: Hello!

Результатом вызова partial(func[, arg1, arg2...]) будет обёртка (\*), которая вызывает func с:

* Тем же this, который она получает (для вызова user.sayNow – это будет user)
* Затем передаёт ей ...argsBound – аргументы из вызова partial ("10:00")
* Затем передаёт ей ...args – аргументы, полученные обёрткой ("Hello")

Благодаря оператору расширения ... это реализовать легко.

1. **setTimeout and setInterval.**

Можно вызвать функцию не в данный момент, а позже, через заданный интервал времени. Это называется «планирование вызова». Для этого существует два метода:

* setTimeout позволяет вызвать функцию один раз через определённый интервал времени.
* setInterval позволяет вызывать функцию регулярно, повторяя вызов через определённый интервал времени.

Эти методы не являются частью спецификации JavaScript. Но большинство сред выполнения JS-кода имеют внутренний планировщик и предоставляют доступ к этим методам. В частности, они поддерживаются во всех браузерах и Node.js.

**Метод** [**setTimeout**](https://learn.javascript.ru/settimeout-setinterval#settimeout)

Синтаксис:

let timerId = setTimeout(func|code, [delay], [arg1], [arg2], ...)

Параметры:

func|code – функция или строка кода для выполнения. Обычно, это функция. Можно передать и строку кода, но это не рекомендуется.

delay – задержка перед запуском в миллисекундах (1000 мс = 1 с). Значение по умолчанию – 0.

arg1, arg2… – аргументы, передаваемые в функцию (не поддерживается в IE9-)

Например, данный код вызывает sayHi() спустя одну секунду:

function sayHi() {

alert('Привет');

}

setTimeout(sayHi, 1000);

С аргументами:

function sayHi(phrase, who) {

alert( phrase + ', ' + who );

}

setTimeout(sayHi, 1000, "Привет", "Джон"); // Привет, Джон

Если первый аргумент является строкой, то JavaScript создаст из неё функцию. Это также будет работать:

setTimeout("alert('Привет')", 1000);

Но использование строк не рекомендуется. Вместо этого используйте функции. Например, так:

setTimeout(() => alert('Привет'), 1000);

Передавайте функцию, но не запускайте её. Начинающие разработчики иногда ошибаются, добавляя скобки () после функции:

// не правильно!

setTimeout(sayHi(), 1000);

Это не работает, потому что setTimeout ожидает ссылку на функцию. Здесь sayHi() запускает выполнение функции и результат выполнения отправляется в setTimeout. В нашем случае результатом выполнения sayHi() является undefined (так как функция ничего не возвращает), поэтому ничего не планируется.

[**Отмена через clearTimeout**](https://learn.javascript.ru/settimeout-setinterval#otmena-cherez-cleartimeout)

Вызов setTimeout возвращает «идентификатор таймера» timerId, который можно использовать для отмены дальнейшего выполнения. Синтаксис для отмены:

let timerId = setTimeout(...);

clearTimeout(timerId);

В коде ниже планируем вызов функции и затем отменяем его. В результате ничего не происходит:

let timerId = setTimeout(() => alert("ничего не происходит"), 1000);

alert(timerId); // идентификатор таймера

clearTimeout(timerId);

alert(timerId); // тот же идентификатор

Как видно из вывода alert, в браузере идентификатором таймера является число. В других средах это может быть что-то ещё. Например, Node.js возвращает объект таймера с дополнительными методами.

**Метод** [**setInterval**](https://learn.javascript.ru/settimeout-setinterval#setinterval)

Метод setInterval имеет такой же синтаксис как setTimeout:

let timerId = setInterval(func|code, [delay], [arg1], [arg2], ...)

Все аргументы имеют такое же значение. Но отличие этого метода от setTimeout в том, что функция запускается не один раз, а периодически через указанный интервал времени. Чтобы остановить дальнейшее выполнение функции, необходимо вызвать clearInterval(timerId). Следующий пример выводит сообщение каждые 2 секунды. Через 5 секунд вывод прекращается:

// повторить с интервалом 2 секунды

let timerId = setInterval(() => alert('tick'), 2000);

// остановить вывод через 5 секунд

setTimeout(() => { clearInterval(timerId); alert('stop'); }, 5000);

В большинстве браузеров, включая Chrome и Firefox внутренний счётчик продолжает тикать во время показа alert/confirm/prompt. Так что если запустить код выше и подождать с закрытием alert несколько секунд, то следующий alert будет показан сразу, как вы его закроете. Интервал времени между сообщениями alert будет короче, чем 2 секунды.

**[Рекурсивный setTimeout](https://learn.javascript.ru/settimeout-setinterval" \l "rekursivnyy-settimeout)**

Есть два способа запускать что-то регулярно. Один из них setInterval. Другим является рекурсивный setTimeout. Например:

/\* вместо:

let timerId = setInterval(() => alert('tick'), 2000);

\*/

let timerId = setTimeout(function tick() {

alert('tick');

timerId = setTimeout(tick, 2000); // (\*)

}, 2000);

Метод setTimeout выше планирует следующий вызов прямо после окончания, текущего (\*). Рекурсивный setTimeout – более гибкий метод, чем setInterval. С его помощью, последующий вызов может быть задан по-разному, в зависимости от результатов предыдущего. Например, необходимо написать сервис, который отправляет запрос для получения данных на сервер каждые 5 секунд, но если сервер перегружен, то необходимо увеличить интервал запросов до 10, 20, 40 секунд. Например:

let delay = 5000;

let timerId = setTimeout(function request() {

//...отправить запрос...

if (/\* ошибка запроса из-за перегрузки сервера \*/) {

// увеличить интервал для следующего запроса

delay \*= 2;

}

timerId = setTimeout(request, delay);

}, delay);

Рекурсивный setTimeout позволяет задать задержку между выполнениями более точно, чем setInterval. Сравним два фрагмента кода. Первый использует setInterval:

let i = 1;

setInterval(function() {

func(i);

}, 100);

Второй использует рекурсивный setTimeout:

let i = 1;

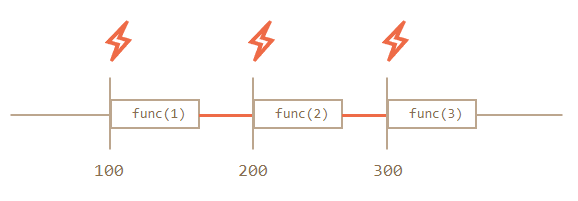
setTimeout(function run() {

func(i);

setTimeout(run, 100);

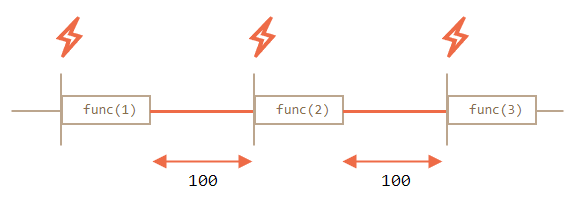
}, 100);

Для setInterval внутренний планировщик выполнит func(i) каждые 100 мс:



Реальная задержка между func для setInterval меньше, чем видно из кода. Это нормально, потому что время, затраченное на выполнение func, «потребляет» часть заданного интервала времени. Вполне возможно, что выполнение func будет дольше, чем ожидается, и займёт более 100 мс. В данном случае движок ждёт окончания выполнения func и затем проверяет планировщик и, если время истекло, немедленно запускает его снова. В крайнем случае, если функция всегда выполняется дольше, чем задержка delay, то вызовы будут выполняться без задержек вовсе.

Ниже представлено изображение, показывающее процесс работы рекурсивного setTimeout:



Рекурсивный setTimeout гарантирует фиксированную задержку (здесь 100 мс). Это потому, что новый вызов планируется в конце предыдущего.

Когда функция передаётся в setInterval/setTimeout, на неё создаётся внутренняя ссылка и сохраняется в планировщике. Это предотвращает попадание функции в сборщик муссора, даже если на неё нет других ссылок.

// функция остаётся в памяти до тех пор, пока планировщик обращается к ней

setTimeout(function() {...}, 100);

Для setInterval функция остаётся в памяти до тех, пока не будет вызван clearInterval. Есть и побочный эффект. Функция ссылается на внешнее лексическое окружение, поэтому пока она существует, внешние переменные существуют тоже. Они могут занимать больше памяти, чем сама функция. Поэтому, если регулярный вызов функции больше не нужен, то лучше отменить его, даже если функция очень маленькая.

Особый вариант использования: setTimeout(func, 0) или просто setTimeout(func). Это планирует вызов func настолько быстро, насколько это возможно. Но планировщик будет вызывать функцию только после завершения выполнения текущего кода. Так вызов функции будет запланирован сразу после выполнения текущего кода.

Например, этот код выводит «Привет» и затем сразу «Мир»:

setTimeout(() => alert("Мир"));

alert("Привет");

Первая строка «помещает вызов в календарь через 0 мс». Но планировщик «проверит календарь» после того, как текущий код завершится. Поэтому "Привет" выводится первым, а "Мир" после него.

В браузере есть ограничение, как часто внутренние счётчики могут выполняться. В [стандарте HTML5](https://www.w3.org/TR/html5/webappapis.html#timers) говорится: «после пяти вложенных таймеров интервал должен составлять не менее четырёх миллисекунд.».

Продемонстрируем в примере ниже, что это означает. Вызов setTimeout повторно вызывает себя через 0 мс. Каждый вызов запоминает реальное время от предыдущего вызова в массиве times. Посмотрим какова реальная задержка:

let start = Date.now();

let times = [];

setTimeout(function run() {

times.push(Date.now() - start);

if (start + 100 < Date.now()) alert(times);

else setTimeout(run);

});

Первый таймер запускается сразу (как и указано в спецификации) и затем начинается задержка и вывод 9, 15, 20, 24. Аналогичное происходит при использовании setInterval вместо setTimeout: setInterval(f) запускает f несколько раз с нулевой задержкой, а затем с задержкой 4+ мс. Это ограничение существует давно, многие скрипты полагаются на него, поэтому оно сохраняется по историческим причинам. Этого ограничения нет в серверном JavaScript. Там есть и другие способы планирования асинхронных задач. Например, [setImmediate](https://nodejs.org/api/timers.html) для Node.js. Так что это ограничение относится только к браузерам.

**10**.**Асинхронные итераторы и генераторы**

Асинхронные итераторы позволяют перебирать данные, поступающие асинхронно. Например, когда загружается что-то по частям по сети. Асинхронные генераторы делают такой перебор ещё удобнее. Рассмотрим простой пример, чтобы понять синтаксис, а затем – реальный практический.

[**Асинхронные итераторы**](https://learn.javascript.ru/async-iterators-generators#asinhronnye-iteratory)

Асинхронные итераторы похожи на обычные итераторы, но имеют некоторые синтаксические отличия. «Обычный» перебираемый объект выглядит так:

let range = {

from: 1,

to: 5,

// for..of вызывает этот метод один раз в самом начале

[Symbol.iterator]() {

// ...возвращает объект-итератор:

// далее for..of работает только с этим объектом, запрашивая следующее значение вызовом next()

return {

current: this.from,

last: this.to,

// next() вызывается на каждой итерации цикла for..of

next() { // (2)

// должен возвращать значение в виде объекта {done:.., value :...}

if (this.current <= this.last) {

return { done: false, value: this.current++ };

} else {

return { done: true };

}

}

};

}

};

for(let value of range) {

alert(value); // 1 потом 2, потом 3, потом 4, потом 5

}

Чтобы сделать объект итерируемым асинхронно:

1. Используется Symbol.asyncIterator вместо Symbol.iterator.
2. next() должен возвращать промис.
3. Чтобы перебрать такой объект, используется цикл for await (let item of iterable).

Создадим итерируемый объект range, как и в предыдущем примере, но теперь он будет возвращать значения асинхронно, по одному в секунду:

let range = {

from: 1,

to: 5,

// for await..of вызывает этот метод один раз в самом начале

[Symbol.asyncIterator]() { // (1)

// ...возвращает объект-итератор:

// далее for await..of работает только с этим объектом,

// запрашивая у него следующие значения вызовом next()

return {

current: this.from,

last: this.to,

// next() вызывается на каждой итерации цикла for await..of

async next() { // (2)

// должен возвращать значение как объект {done:.., value :...}

// (автоматически оборачивается в промис с помощью async)

// можно использовать await внутри для асинхронности:

await new Promise(resolve => setTimeout(resolve, 1000)); // (3)

if (this.current <= this.last) {

return { done: false, value: this.current++ };

} else {

return { done: true };

}

}

};

}

};

(async () => {

for await (let value of range) { // (4)

alert(value); // 1,2,3,4,5

}

})()

Как видим, структура похожа на обычные итераторы:

1. Чтобы сделать объект асинхронно итерируемым, он должен иметь метод Symbol.asyncIterator (1).
2. Этот метод должен возвращать объект с методом next(), который в свою очередь возвращает промис (2).
3. Метод next() не обязательно должен быть async, он может быть обычным методом, возвращающим промис, но async позволяет использовать await, так что это удобно. Здесь просто создаем паузу на одну секунду (3).
4. Для итерации используем for await(let value of range) (4), а именно добавляем «await» после «for». Он вызовет range[Symbol.asyncIterator]() один раз, а затем его метод next() для получения значений.

Вот небольшая шпаргалка:

|  | **Итераторы** | **Асинхронные итераторы** |
| --- | --- | --- |
| Метод для создания итерируемого объекта | Symbol.iterator | Symbol.asyncIterator |
| next() возвращает | любое значение | промис |
| для цикла используйте | for..of | for await..of |

Функции, которые требуют обычных синхронных итераторов, не работают с асинхронными. Например, оператор расширения (...) не будет работать:

alert( [...range] ); // Ошибка, нет Symbol.iterator

Это естественно, так как он ожидает Symbol.iterator, как и for..of без await. Ему не подходит Symbol.asyncIterator.

[**Асинхронные генераторы**](https://learn.javascript.ru/async-iterators-generators#asinhronnye-generatory)

Как известно генераторы являются перебираемыми. Вспомним генератор последовательности, рассматриваемый ранее. Он генерирует последовательность значений от start до end:

function\* generateSequence(start, end) {

for (let i = start; i <= end; i++) {

yield i;

}

}

for(let value of generateSequence(1, 5)) {

alert(value); // 1, потом 2, потом 3, потом 4, потом 5

}

В обычных генераторах нельзя использовать await. Все значения должны поступать синхронно: в for..of нет места для задержки, это синхронная конструкция. Если нужно использовать await в теле генератора просто добавьте в начале async, например, вот так:

async function\* generateSequence(start, end) {

for (let i = start; i <= end; i++) {

await new Promise(resolve => setTimeout(resolve, 1000));

yield i;

}

}

(async () => {

let generator = generateSequence(1, 5);

for await (let value of generator) {

alert(value); // 1, then 2, then 3, then 4, then 5

}

})();

Получился асинхронный генератор, который можно перебирать с помощью for await ... of.

С технической точки зрения, еще одно отличие асинхронного генератора заключается в том, что его метод generator.next() теперь тоже асинхронный и возвращает промисы. Из обычного генератора можно получить значения при помощи result = generator.next(). Для асинхронного нужно добавить await, вот так:

result = await generator.next(); // result = {value: ..., done: true/false}

[**Асинхронно перебираемые объекты**](https://learn.javascript.ru/async-iterators-generators#asinhronno-perebiraemye-obekty)

Как известно, чтобы сделать объект перебираемым, нужно добавить к нему Symbol.iterator.

let range = {

from: 1,

to: 5,

[Symbol.iterator]() {

return <объект с next, чтобы сделать range перебираемым>

}

}

Обычная практика для Symbol.iterator – возвращать генератор, а не простой объект с next, как в предыдущем примере. Вспомним пример из вопроса «[Генераторы](https://learn.javascript.ru/generators)»:

let range = {

from: 1,

to: 5,

\*[Symbol.iterator]() { // сокращение для [Symbol.iterator]: function\*()

for(let value = this.from; value <= this.to; value++) {

yield value;

}

}

};

for(let value of range) {

alert(value); // 1, потом 2, потом 3, потом 4, потом 5

}

Здесь созданный объект range является перебираемым, а генератор \*[Symbol.iterator] реализует логику для перечисления значений. Если надо добавить асинхронные действия в генератор, нужно заменить Symbol.iterator на асинхронный Symbol.asyncIterator:

let range = {

from: 1,

to: 5,

async \*[Symbol.asyncIterator]() { // то же, что и [Symbol.asyncIterator]: async function\*()

for(let value = this.from; value <= this.to; value++) {

// пауза между значениями, ожидание

await new Promise(resolve => setTimeout(resolve, 1000));

yield value;

}

}

};

(async () => {

for await (let value of range) {

alert(value); // 1, потом 2, потом 3, потом 4, потом 5

}

})();

Теперь значения поступают с задержкой в одну секунду между ними.