

-  
\_\_\_\_\_  
( )

\_\_\_\_\_  
( )

\_\_\_\_\_  
( )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

( )

:

Ⅱ , -18-2

\_\_\_\_\_  
( , . )

123 - ,

\_\_\_\_\_  
( )

-

\_\_\_\_\_  
( - - )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
( )

:

\_\_\_\_\_  
( , , )

.

\_\_\_\_\_  
( )

\_\_\_\_\_  
( , )

-  
  
( )  
123 – ‘  
( )  
-  
( - - )  
( )

:  
.  
( )  
“ ” 20 .

( , , )

1.

“ 30 ” 2020 . 43  
18 2020 .

3. NAS Storage – 1 .;  
Pro SinD – 5 .;  
Asus NF – 3 .;  
Netis – 5 .;  
D-Link – 2 .;  
IaaS – Google, Azure.

4. ,

1  
2

3  
4.

5. , , , ,  
 ( ) . - 12 . . 4  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

6. ( ,  
 .1 )

	( , , , , )		

1.	.	31.03.20-13.04.20	
2.	.	14.04.20-20.04.20	
3.	.	21.04.20-29.04.20	
4.	.	30.04.20-03.05.20	
5.	.	04.05.20-05.05.20	
6.			
	.	06.05.20-11.05.20	
7.			
		12.05.20-13.05.20	
8.		14.05.20-15.05.20	

30 2020 .

\_\_\_\_\_  
 ( )  
 | \_\_\_\_\_  
 ( ) \_\_\_\_\_ ( , , , )

: 80 ., 14 ., 3 ., 23

.

,  
, TOR.

, ,

,

.

,

,

,

,

,

,

.

## ABSTRACT

Master's thesis: 80 pages, 14 figures, 3 appendices, 23 sources.

ANONYMOUS NETWORK, DATA ANALYSIS, VIRTUALIZATION,  
SOFTWARE SYSTEM, TOR.

The major goal of this thesis is to develop a method of virtualization of big data in the analysis of anonymous networks to solve the problem of deanonymization of users using known methods and ways to increase the anonymity of traffic in unreliable segments of the Internet.

In order to the problems and methods of ensuring anonymity in the network were analyzed, the task of attestation work was formulated, research of technologies of deanonymization of data in anonymous networks by analysis of big data was carried out, the method of virtualization of big data was developed to accelerate their analysis. research, the results are obtained.

	,	,	,	
				7
				8
1				10
1.1				10
1.2				17
1.3				24
2				
				25
2.1				25
2.2				
				30
3				
				35
4				
				46
4.1				46
4.2				53
				60
				61
				64
				71
				80

， ， ，

—

—

DPI — ( ., Deep Packet  
Inspection)

TLS — ( ., Transport Layer  
Security)

VPS — ( ., Virtual Private Server)

SSH — , ( ., Secure  
Shell)

VPN — ( ., Virtual Private Network)

TOR,  
VPN-

JavaScript

Cookies.



.

.

.

,

.

,

.

,

,

:

,

,

,

.

,

.

—

.

1

1.1

-

,

,

,

... [1-3].

, «PriVaricator: Deceiving Fingerprinters with Little White Lies», 2016 Microsoft Research,

,

JavaScript, 2017

«Cross-Browser Fingerprinting via OS and Hardware Level Features»,

,

Tor Browser

.

«».

WebGL.

.

-

-

:

,

«»

-

,

,

.

, , -  
 . ,  
 . , « »  
 . ,  
 ,  
 . ,  
 —  
 .  
 ,  
 . , -  
 [4],  
 ,  
 « » —  
 . ,  
 ,  
 . , ,  
 , VPN  
 , . ,  
 ,  
 .  
 — .  
 ,  
 :  
 - IP- , ,  
 ( ).  
 ,  
 .  
 IP- . ,  
 IP- , .

»,  
 « »,  
 IP – ;  
 - DNS . DNS-  
 .  
 DNS. 20  
 - :  
 , –  
 ,  
 ;  
 - , MITM- .  
 ;  
 -  
 , , –  
 ,  
 ,  
 ,  
 ;  
 - –  
 ,  
 ;  
 - MAC- ,  
 . ,  
 ;  
 - .  
 :  
 - Origin Bound Certificates (ChannelID) – ,  
 HTTPS- .  
 , ,  
 . OBC  
 , – ,

.  
 ,  
 SSL- ;  
 - TLS – session identifiers session  
 tickets, HTTPS-  
 .  
 .  
 , ;  
 -  
 DNS- , ( DNS-rebinding- ).  
 , 16  
 IP- , 8-9 ,  
 ,  
 .  
 DNS-  
 DNS [7].  
 :  
 - IP- Flash. ,  
 , .  
 -  
 Flash Proxifier .  
 Flash- ,  
 [8];  
 - IP- WebRTC  
 VPN. WebRTC ,  
 ,  
 IP- ;  
 - DNS IP-  
 DNS- ,

- . DNS- ( ,  
Google) . , VPN-  
, DNSCrypt,  
DNS , IP-  
. ,  
DNS;  
-  
TCP . - TCP-  
, p0f .  
- ,  
, .  
User-agent User-agent, -  
[5];  
- IP- Tor  
Tor, .  
VPN TOR – ;  
- : IP- ,  
. .  
IP- .  
, .  
;  
- HTTP Proxy. - ,  
, IP- .  
IP- . ,  
,  
IP- . , IP - .  
, , Dolus;  
- , - , VPN.  
, - ;  
- VPN fingerprint – VPN

MTU/MSS [5];

- : IP- ,

, vpn, hide, proxy . .

VPN - ,

,

DNS- ;

- .

IP- ,

. .

. 30

. [4];

- , , IP-

. ,

. ,

; ,

- IP- - :

VPS.

. .

( ) ,

, .

. .

. ,

, ,

90%,

. -

, ,

.

Tor

Freenet,

,

,

,

.

,

.

(

,

) –

,

,

.

,

(

)

(

),

,

.

.

Tor.

,

,

(Tor)

(Freenet),

,

,

.

—

.

,

,

,

«

».

100%



VPN,

« » [6].

,

cookie-

,

.

,

.

,

,

«

»

,

.

.

## 1.2

,

:

-

-

—

,

SOCKS5.

,

,

:

IP-

-

.

VPN;

-

VPN-

—

,

,

.

,

-

,

.

VPN-

,

,

.

VPN

:

VPN-

,

IP-

;

- SSH- ( )

, « ».

VPN ,

. VPN,

(

), - ;

- Dedicated- –

VPN- .

(VPS),

,

;

- Tor.

,

.

, IP- , Tor,

;

- JonDonym, JAP (Java Anonymous Proxy).

,

« ».

- JonDoFox

Firefox ,

Tor Browser;

- I2P – , ,

, IP- . Tor

. Tor,

( )

, IP- ;

- –

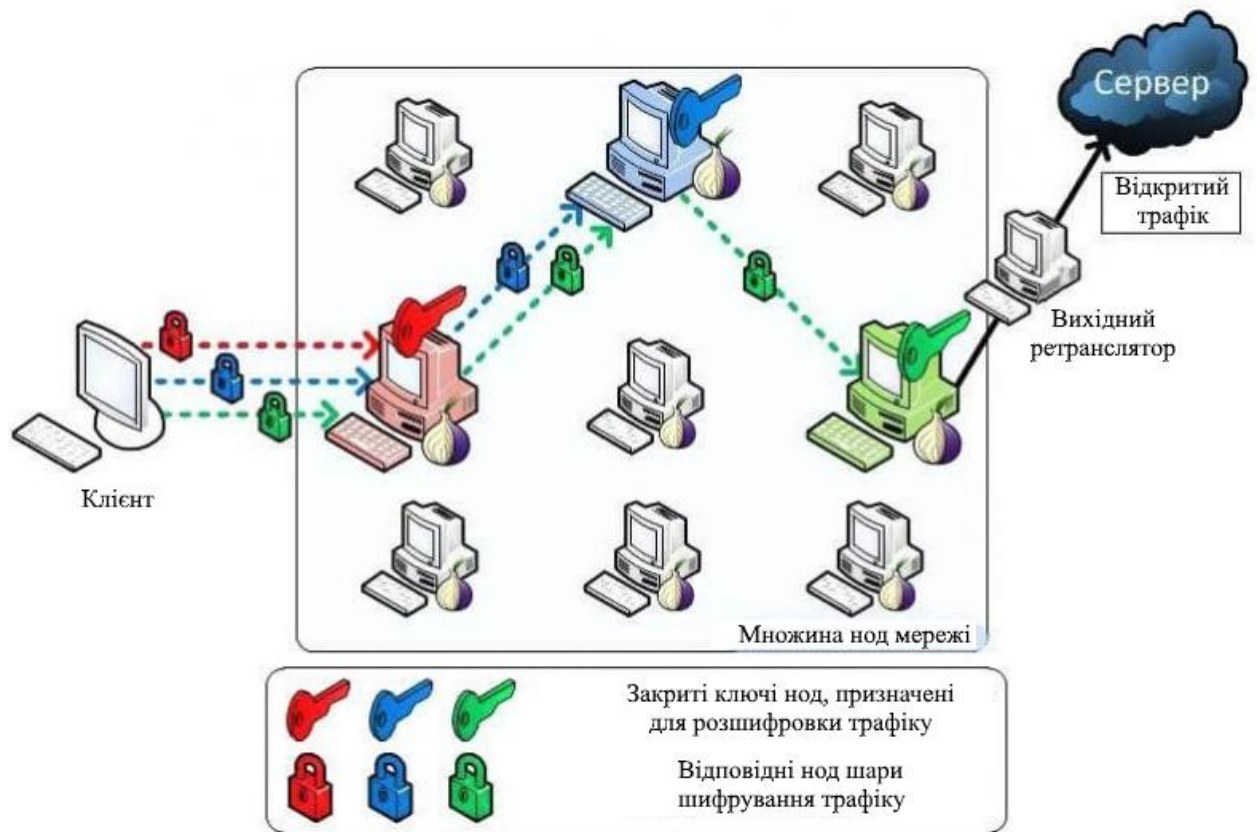
,

.

VPN Tor

, .  
 .  
 , ,  
 .  
 , , ,  
 [7];  
 - « » —  
 .  
 ( ),  
 .  
 .  
 . « »  
 ,  
 ;  
 - — ,  
 .  
 ,  
 .  
 , , .  
 . The Onion Router —  
 .  
 : , TOR,  
 , ,  
 ( 1.1).  
 , « »  
 ( ) ,  
 .  
 (exit nodes),

HTTPS [28].



1.1 – TOR

TOR

2019

10000, 15%

[9].

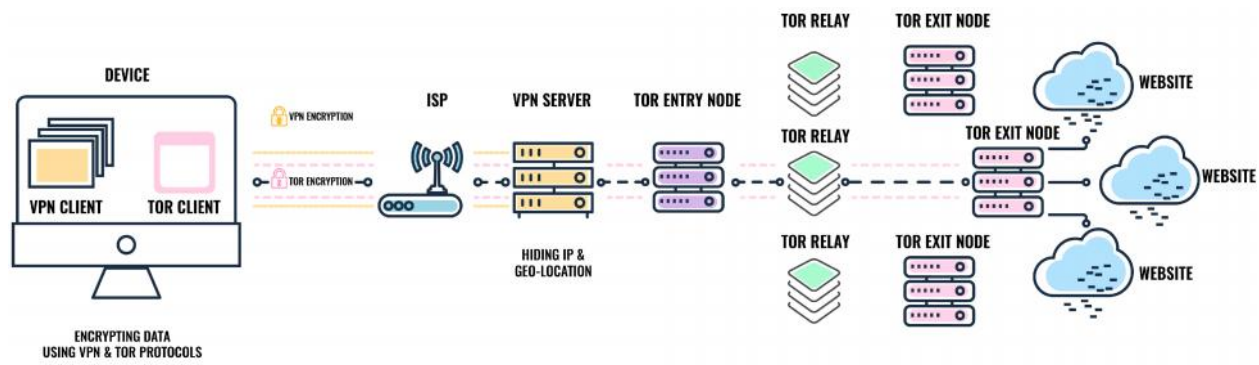
TOR

10

– 34

[10].

TOR,  
( ) ,  
DPI.  
obfs4 ( 1.2).



1.2 – obfs4

Tor  
Tor Browser.  
Tor

Firefox.

Tor Browser  
Tor Uplift).  
Tor Browser  
Tor,  
Firefox

Vidalia – Tor,

AdvOR (Advanced Onion Router),

Tor

Tor Browser

Tor -

Tor SOCKS5,

- Tor Browser.

, ,

Proxifier AdvOR. : Tor

TCP- UDP. ,



Tor, ,

:

Tor, ,

, , fingerprinting,

Tor Browser, [11]. Tor

,

,

– 2019 210

(HSDir), onion- [12].

Tor .

Tor , , .

« »,

.

,

.

,

Tor,

( )

,

[14]. Tor

,

.

I2P,

,

,

Tor

( Tor Browser),

• ,  
•  
•

Tor

1.3

• , -  
•  
• ,  
• ,  
•



2

## 2.1

« »

,

.

,

,

[12].

.

, [13,

14], Tor .

Tor TLS ,

DPI (deep

packet inspection).

Tor

(pluggable transports).

Tor

Tor- ( , Skype),

DPI [15]. Tor-

,

Tor.

,

.

,

,

[16].

,

Tor

,

[17].

,

,

.

,

,

,

.

,

.

( ),

(pattern matching).

,

(DPI).

DPI

(

,

,

).

DPI

Tor

.

TLS

Tor (

)

.

(

,

TLS

,

,

,

,

.),

Tor ( ).

.

Tor ,

,

.

Tor

TLS

Client Hello

( 28 ( 2.1).

c0 0a c0 14 00 39 00 38 c0 0f c0 05 00 35 c0 07  
c0 09 c0 11 c0 13 00 33 00 32 c0 0c c0 0e c0 02  
c0 04 00 04 00 05 00 2f c0 08 c0 12 00 16 00 13  
c0 0d c0 03 fe ff 00 0a 00 ff

2.1 – TOR-

,

,

.

( ,

, TLS, ),

Tor (

).

,

Tor ( ),

Tor . ,

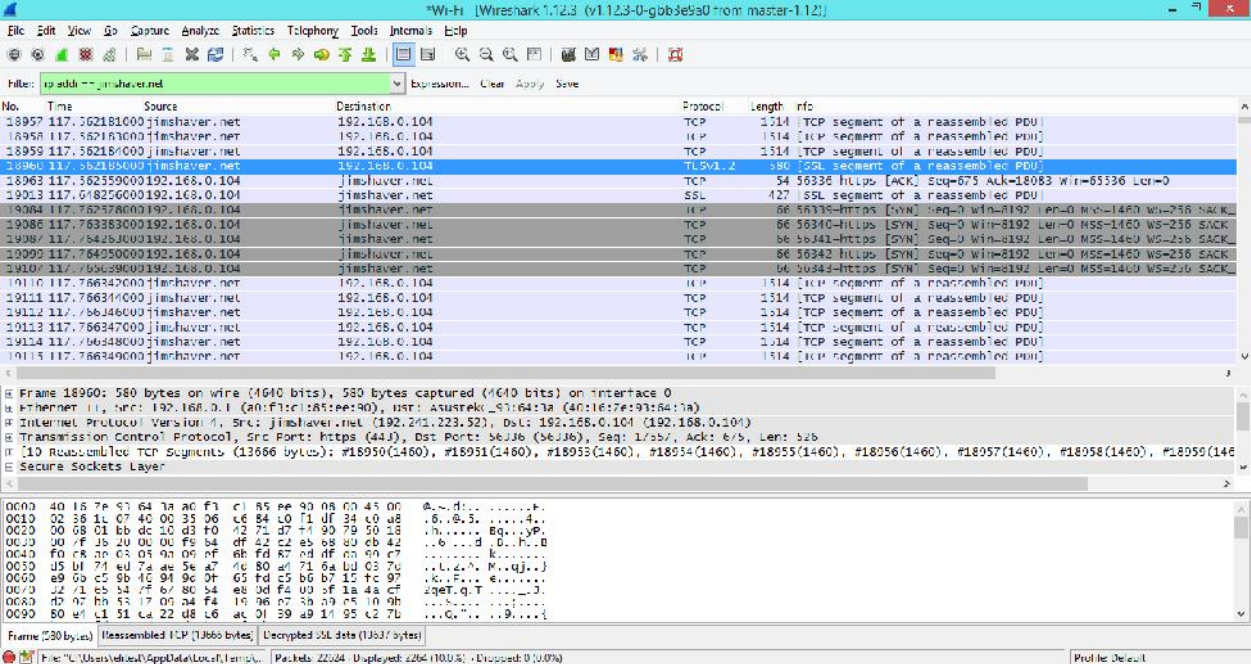
( Tor ).

TLS

TLS

( Tor ).

( Tor ) ( 2.2 ).



2.2 – TLS

TLS

Tor

( ).

,

.

.

(pattern recognition)  
(machine learning).

,

DPI,

.

,

,

.

.

(

,

,

)

Tor.

,

,

.

,

-

.

,

,

,

,

,

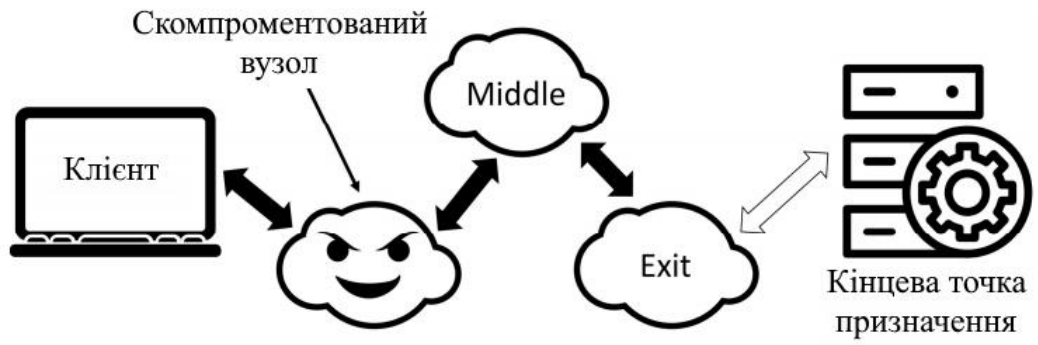
(

),

.



Website fingerprinting  
[14].



2.3 –

WF

,  
:  
-  $k$ ,  
;  
-  
;  
-  
;  
-  
;  
-  
Tor;  
-  
TBB.  
«  
».  
-  
:  
Tor, TLS, TCP.  
, Tor



512 , , TLS . ,  
TLS . –  
: TLS , , TCP  
, MTU. , TLS  
TCP .  
WF  
:  
- ,  
,  
;  
- ,  
,  
,  
;  
- ,  
,  
.  
,  
.  
.  
,  
.  
.  
.  
Tor  
40%  
85%,  
[6].

，

：

- ，

BGP.

，

，

，

，

- ，

：

- ，

；

- ， TCP

；

- TCP

；

- TCP

TCP

TCP

TCP

TCP

，

，

，

Tor,

， IP Tor

，

。

3

Transform Load (ETL),

ETL

ETL

[12].

,

—

—

,

IList. IList

, , . [14],

‘ ‘ ‘

•

INotifyCollectionChanged.

’ ’ ’

,

•

,

’

’

’

,

• •

•

---

•

,

[15], O (1)

[16].

PropertyChanged

CollectionChanged.

PropertyChanged

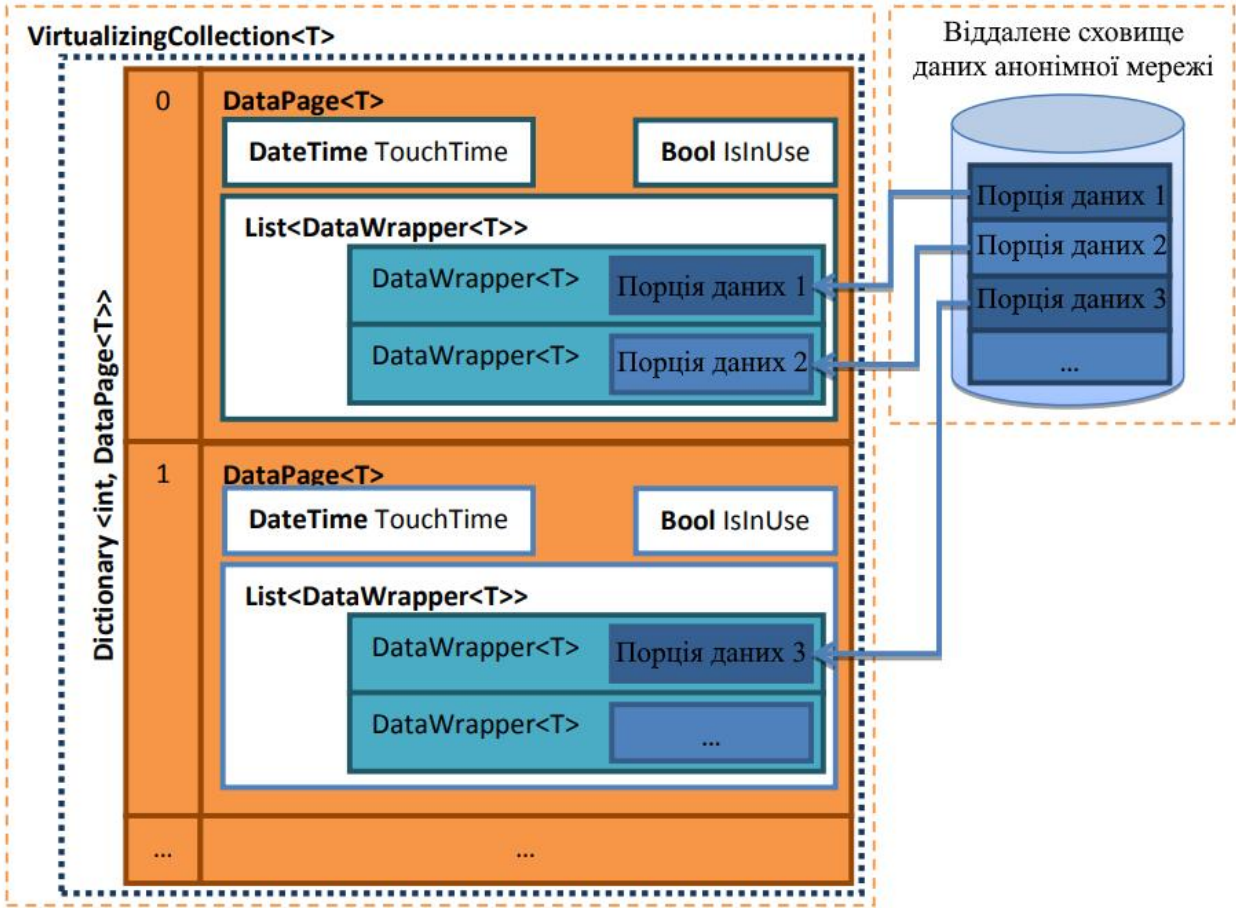
CollectionChanged,

3.1.

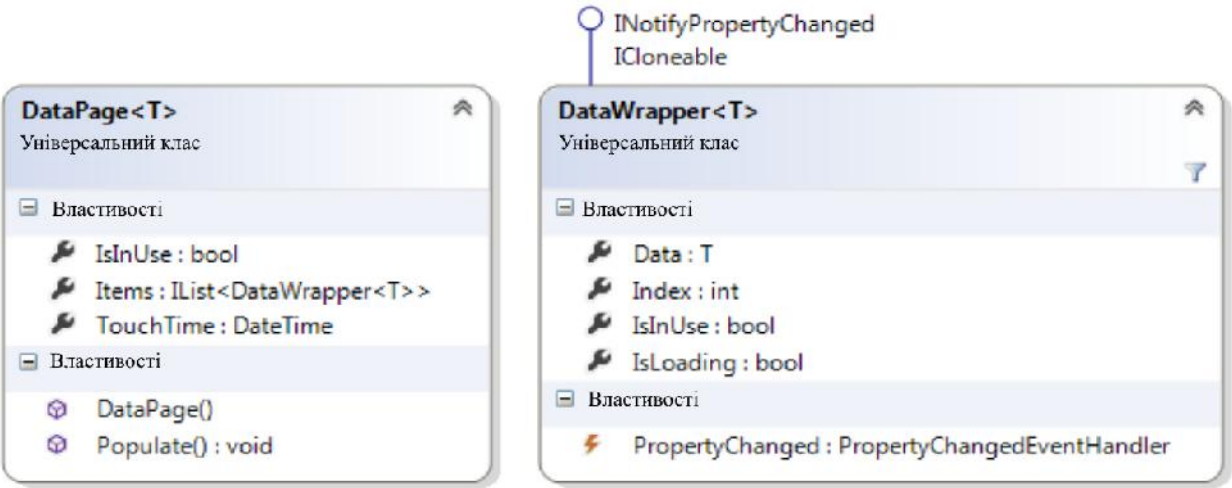
,

,

3.2.



3.1 –



3.2 – DataPage DataWrapper

ItemsProvider.

IServer Call Back List.



,

,

.

,

,

,

.

,

,

.

ISelectionManager.

,

.

-

,

.

,

,

RadBusyIndicator,

Telerik.

,

,

,

.

IBusyContent.

,

:

-

.

.

,

,

,

.

,

,

.

,

,

;

;

-

.

.

,

.

.

, - ;

—

•

,

,

•

,

•

,

,

•

•

PropertyChanged

•

---

•

,

—

;

‘ ‘

—

2

•

,

,

,

•  
;

—

•

ItemAdded, ItemChanged, ItemRemoved

ListChanged.

•

.

—

•

,

,

;

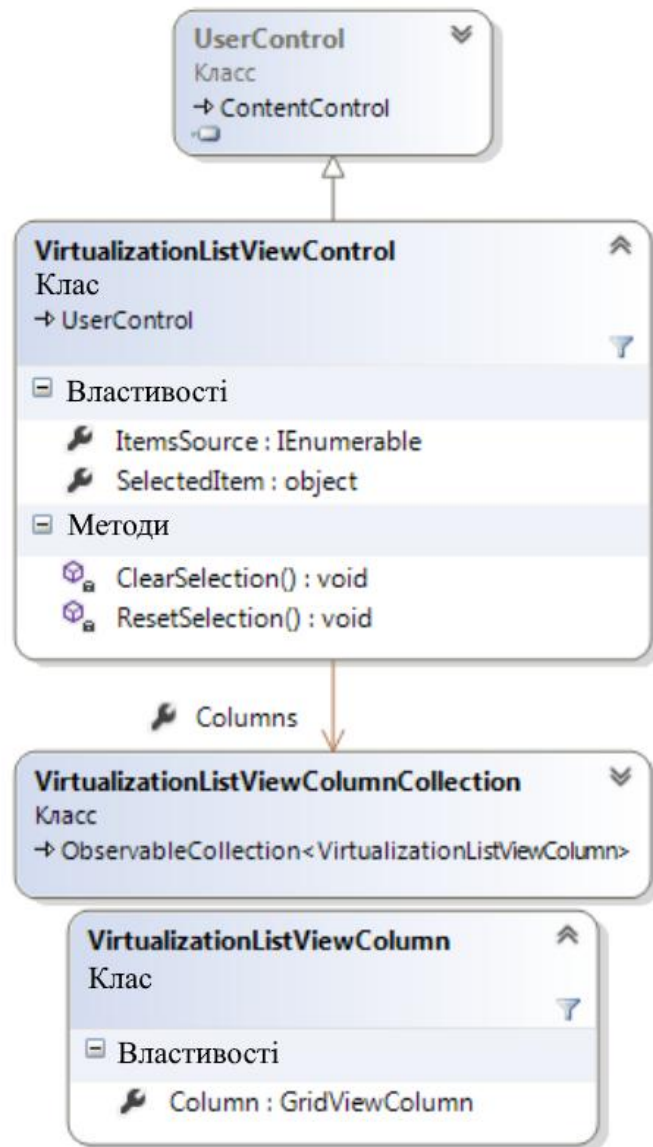
,

9

,

•





3.3 – VirtualizationListViewControl

ListView

GridView –

GridView

Columns VirtualizationListViewControl.

ListView

,

,

•

,

,

,

•

•

- ListView

,

[7].

,

ListView

•

,

,

.

, ListView

•

,

,

,

,

,

•

,

,

,

,

•

•

•

4

4.1

,
,
:
-
,
Windows.
,
VPN-
VPS.
:
-
,
;
-
,
-
;
-
;
-
IP-
.
,
.
,
.
Tor
OpenVPN,
,
«
».
,
-
.

Browser

Tor

«VPN Tor»,

IP- VPN-

Tor. Tor Browser

Tor

, Tor Browser

Firefox,

Chromium-

Firefox –

Mozilla,

WebRTC – IP-

Firefox

« ».

Evercookie,

« , » cookies

Firefox

« », Tor Browser.

privacy.resistfingerprinting.

Tor

Browser, , Canvas fingerprint.

UTC

IP-

RAS (Random Agent Spoofer),

Firefox.

(User-agent )

( , Firefox).

(script injection), 57 window.name,

( Time

Zone Spoofing ).

Firefox,

Tor Firefox , Tor

Browser Firefox ( Fusion),

Tor

Uplift.

« » ,

Whonix –

– , ,

– ,



. Whonix  
 Whonix-Workstation, - . ,  
 Linux,  
 Windows – « »,  
 Windows.  
 Linux- Windows-  
 . , Windows 10  
 ,  
 .  
 «  
 », .  
 Windows 7,  
 .  
 ,  
 .  
 Whonix-Gateway  
 Tor, Tor  
 , - . IP-  
 Tor, VPN.  
 – VPN- , VPS,  
 - VPN- . VPN  
 ( ,  
 ,  
 VPN), – ,  
 IP- .  
 - VPN- ,  
 ,  
 - . , VPN-  
 ,  
 VPN.

VPN- :

TCP 443 ( —

, VPN - ). DNS-

VPN. DNS OpenNIC

, VPS.

ICMP- , « »

. MTU 1500,

( OpenVPN) .

HMAC- (tls-

crypt) OpenVPN. Tor (

Tor - )

obfs4 — Tor,

DPI- . ,

Tor, ,

.

Tor . Tor

Whonix-Gateway. ,

.

, VPN- ,

. , GPG4Win

, Exif Purge EXIF , Tox

Jabber- (

).

.

— , ESET Internet Security —

, uBlock

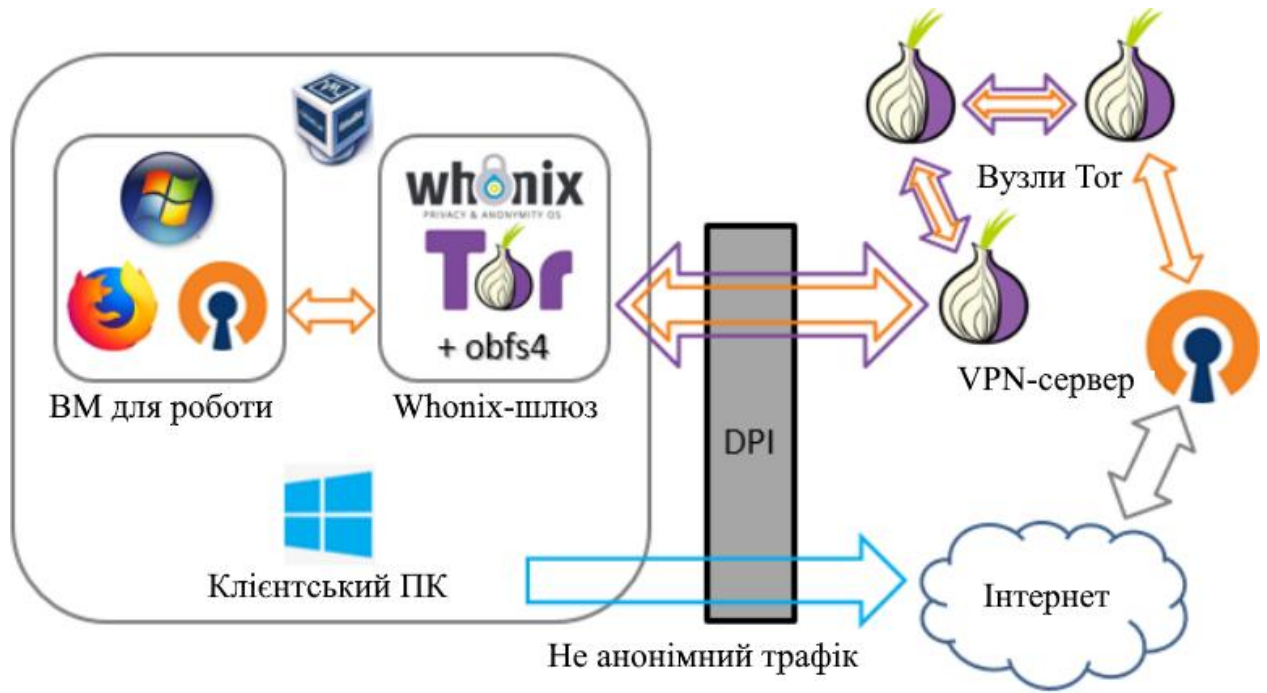
Malware Domains. ,

,

IP

. ,  
(snapshot) .  
,  
, VirtualBox,  
« » .  
,  
Firefox  
, Firefox,  
. JavaScript,  
Tampermonkey, .  
,  
VirtualBox. User-agent  
. — ,  
,  
, - ( HTTP Accept-Language). Flash-  
. VPN- (  
/ ).  
CanvasBlocker Canvas  
WebGL. Firefox Renderer  
Vendor API WebGL, WebGL  
. WebGL 2  
. — VirtualBox (Vektor T13),  
Whonix ,  
, .

VirtualBox WebGL  
 3D-  
 «».  
 AudioContext AudioContext Fingerprint Defender,  
 4.1.



4.1 –

DPI

OpenVPN,

«» Tor

VPN

Tor.

## 4.2

VirtualBox, Whonix VirtualBox. Whonix-Gateway, Whonix-Workstation , , . Windows 7. Destroy Windows Spying . Whonix. , ( navigator.hardwareConcurrency), .

## Whonix-Gateway:

```
IP-          - 10.52.52.50
              - 255.255.192.0
              - 10.52.52.10
DNS - 10.52.52.10
```

## 4.1 –

Whonix-Gateway Tor obfs4 . :

```
DisableNetwork 0
UseBridges 1
ClientTransportPlugin obfs2, obfs3, obfs4 exec / usr / bin / obfs4proxy
bridge obfs4 # 2-3 ,
ExcludeNodes {ru}, {??} # ?? -
```

## 4.2 – Tor

(  
):

```

bridge obfs4 194.135.88.138:443 9F0BC3AA3CC72F17DC7789D7ABC7A763038F82CB
cert=lINVQVt8EQS5q9DWz3S + RHLosgiRVXueHlMfY3qtaslqHhGXvg7MOu6jECDZ0mbrS7tQLA
iatmode=0bridgeobfs4185.79.93.126:598151594A9B832D4E0BD946A5988B364F1687814EC
5Dcert = 3DlWyDr4IwpZlxQbDX + 7obB / EZr +
eQavtnFbqaQsLym0lMgIIsXPil5E3ftp4ILYK / G + OQ iat-mode = 0 bridge obfs4
144.76.182.167:43981 77644CB35D66304974B84855A580155053365935 cert =
yI120MhitxPLUcJFhDgspTy + sH0m4VlSAXLegRjYsu9qEd2yR59YNq3tvDnkRiGY / + rQFQ
iat-mode = 0

```

### 4.3 –

	OpenVPN-	Firefox.
OpenVPN		RootVPN.
VPN	Tor,	onion-
Firefox (	about: config	
network.dns.blockDotOnion).	,	Tor
Browser	,	«Tor Tor»
– Tor-	Tor-	.
	,	
-		Tor Browser,
		Whonix-Workstation.
Firefox	,	,
	.	
WebGL Renderer	VirtualBox	Software
Adapter,	,	
,	-	.
		: <i>webgl.renderer-</i>
		<i>string-override = ANGLE (Intel (R) HD Graphics 620 Direct3D11 vs_5_0 ps_5_0)</i>
User-agent		User-agent Switcher,
	,	.
CanvasBlocker		«fake at input»,
	.	

. , Firefox 2  
 100 ResistFingerprinting.  
 (cookies, Local Storage .)  
 Firefox, « »  
 . , Firefox Multi-  
 Account Containers  
 , .  
 .  
 - .  
 , ,  
 .  
 Windows  
 VPN Whonix-Gateway,  
 Firefox.  
 OpenVPN TCP Tor obfs4.  
 .  
 VPN « »  
 - :  
 - <https://2ip.ua> - VPN -  
 . ,  
 « » ;  
 - <https://whoer.net> - ,  
 2ip.ua: ,  
 User-agent, IP « ».  
 ;  
 - <https://www.perfect-privacy.com/dns-leaktest/> -  
 DNS- ,  
 ( ).

:  
 - <https://browserleaks.com/> – Canvas,  
 WebGL 2.0, (Font fingerprinting), (  
 getClientRects), , JavaScript,  
 WebRTC. « » Canvas  
 ;  
 - <https://audiofingerprint.openwpm.com/> – AudioContext API.  
 - <https://browserprint.info> – ,  
 , Canvas, AudioContext, .  
 - <https://panopticlick.eff.org/> – ,  
 , BrowserPrint,  
 .  
 Canvas, WebGL, AudioContext  
 ,  
 . –  
 .  
 , ,  
 IP- VPN-  
 ( 4.2).  
 , DNS-  
 IP - HostSailor.  
 , VPN- . , ipqualityscore.com  
 IP- HostSailor  
 « ».  
 - VPN- VPS- ,  
 , Tor.  
 VPN- ProtonVPN (  
 )( 4.3).



Метод проверки	Результат	
Заголовки HTTP проху	нет	👍
Открытые порты HTTP проху	нет	👍
Открытые порты web проху	нет	👍
Открытые порты VPN	нет	👍
Подозрительное название хоста	нет	👍
Разница во временных зонах (браузера и IP)	IP: 2020-05-05 07:56 (Europe/Amsterdam) браузер: 2020-05-05 7:56	👍
Принадлежность IP к сети Tor	нет	👍
Режим браузера Turbo	нет	👍
Принадлежность IP хостинг провайдеру	нет	👍
Определение web проху (JS метод)	нет	👍
Утечка IP через Flash	нет	👍
Определение туннеля (двусторонний пинг)	высокая анонимизация (не можем проверить)	👍
Утечка DNS	нет данных об используемых DNS	👍
VPN fingerprint	нет	👍
Утечка IP через WebRTC	нет	👍

4.2 –

2ip.ua

Метод проверки	Результат	
Заголовки HTTP проху	нет	👍
Открытые порты HTTP проху	нет	👍
Открытые порты web проху	нет	👍
Открытые порты VPN	500/udp, IPSec	🚫
Подозрительное название хоста	нет	👍
Разница во временных зонах (браузера и IP)	IP: 2020-04-10 10:17 (Asia/Tokyo) браузер: 2020-04-10 8:17	🚫
Принадлежность IP к сети Tor	нет	👍
Режим браузера Turbo	нет	👍
Принадлежность IP хостинг провайдеру	нет	👍
Определение web проху (JS метод)	нет	👍
Утечка IP через Flash	нет	👍
Определение туннеля (двусторонний пинг)	обнаружен	🚫
Утечка DNS	нет данных об используемых DNS	👍
VPN fingerprint	MTU 1365	🚫
Утечка IP через WebRTC	нет	👍

4.3 –

Whoer , IP WebRTC ,  
(10.12.0.2),  
VPN. uBlock (Prevent WebRTC  
from leaking local IP addresses)  
:  
Firefox. uBlock.  
MTU 1500 ,  
VPN. DNS ,  
( 4.4).

Browser Characteristic	bits of identifying information	one in x browsers have this value	value
Limited supercookie test	0.39	1.31	DOM localStorage: Yes, DOM sessionStorage: Yes, IE userData: No
Hash of canvas fingerprint	20.65	1645312.0	c2c4645b2004347687b0ee050fafbbcc
Screen Size and Color Depth	17.48	182812.44	1280x680x24
Browser Plugin Details	1.23	2.35	undefined
Time Zone	2.56	5.91	-120
DNT Header Enabled?	0.78	1.72	True
HTTP_ACCEPT Headers	2.01	4.02	text/html,*/*; q=0.01 gzip, deflate, br en-US,en;q=0.5
Hash of WebGL fingerprint	19.65	822656.0	593985985e588db7b927e4e70057819f
Language	0.92	1.89	en-US
System Fonts	19.65	822656.0	Arial, Arial Black, Calibri, Cambria, Cambria Math, Comic Sans MS, Consolas, Courier, Courier New, Georgia, Helvetica, Impact, Lucida Console, Lucida Sans Unicode, Microsoft Sans Serif, MS Gothic, MS PGothic, MS Sans Serif, MS Serif, Palatino Linotype, Segoe Print, Segoe Script, Segoe UI, Segoe UI Light, Segoe UI Semibold, Tahoma, Times, Times New Roman, Trebuchet MS, Verdana, Wingdings 2, Wingdings 3 (via javascript)
Platform	3.04	8.24	Win64
User Agent	8.13	279.39	Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; Win64; x64; rv:60.0) Gecko/20100101 Firefox/60.0
Touch Support	0.59	1.51	Max touchpoints: 0; TouchEvent supported: false; onTouchStart supported: false
Are Cookies Enabled?	0.22	1.16	Yes

WebGL 1.0, 3D-  
CanvasBlocker Image Hash,  
. Report Hash Vendor Renderer,  
Firefox (webgl.renderer-string-override).  
(Canvas, WebGL Image, Audio  
Fingerprint) ( , User-agent,  
, WebGL Render, ClientRects ).  
:  
,  
,  
,  
OpenVPN .  
, VPN Tor  
, Tor, Windows  
,  
Linux- .

·

—

« » ·

,

,

·

,

·

,

·

,

·

—

Windows 7

,

,

,

Firefox

,

,

,

,

—

·

«VPN Tor»,

,

,

·

,

·

1. Bondarenko M.E., Pugach A.V. Scheme of big data virtualization in anonymous computer networks // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2020. – Т. 48, № 12. – С. 100-104.
2. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2017. – Т. 45, № 12. – С. 100-104.
3. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2017. – Т. 45, № 12. – С. 100-104.
4. Mekky H. et al. Network function virtualization enablement within SDN data plane // *IEEE INFOCOM 2017-IEEE Conference on Computer Communications*. – IEEE, 2017. – С. 1-9.
5. Babiceanu R. F., Seker R. Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook // *Computers in Industry*. – 2016. – Т. 81. – С. 128-137.
6. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2016. – Т. 44, № 2. – С. 100-104.
7. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 100-104.
8. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Технические науки*. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 100-104.
9. Wolfert S. et al. Big data in smart farming—a review // *Agricultural Systems*. – 2017. – Т. 150. – С. 348-352.

Systems. – 2017. – . 153. – . 69-80.

10. . . . .  
// . –

2017. – . 7. – . 45-48.

11. . . . /  
. . . , . . . // -  
« . . . » . – - - -  
- . – 14-16 2018 . – . 27-28.

12. . . . / . . .  
. . . , . . . //  
- .  
, . – : ; : « »; :  
« »; : , 2019. – 11-12 2019. – . 38-39.

13. . . . / . . . , . . . //  
, - «  
- » . –  
- - . – 11-12 2019 . – . 40.

14. Kovalenko A. Analysis of Approaches to Big Data Optimization and Processing / A. Kovalenko, G. Kuchuk, I. Ruban // ,

. –  
: , 2019. – 23-24 2019. – . 64.

15. . . . SaaS- / . . . ,  
. . . // -  
« , » .  
: . – 2017. – . 31.

16. . . . / . . . , . . . //  
. – : ;

- : ; - : ; : « », 2018. – 14-16  
2018. – . 78.
17. . .  
// . . , . .  
, . . // -  
« -  
». – - - - . – 26-27 2018 . –  
. 19.
18. Hunko M.A. Development Of A Module For Sorting The Ip-Addresses Of User Nodes In Cloud Firewall Protection Of Web Resources / M.A. Hunko, V.M. Tkachov // , - «  
-  
». – - - . – 11-12 2019 . – . 30.
19. . .  
/ . . , . .  
// , . – : ,  
2017. – . 1(41). – . 107-110.
20. Ruban I. Redistribution of base stations load in mobile communication networks / I. Ruban, H. Kuchuk, A. Kovalenko // . — 2017. — 1. — . 75-81.
21. Oussous A. et al. Big Data technologies: A survey //Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. – 2018. – . 30. – . 4. – . 431-448.
22. McAfee A. et al. Big data: the management revolution //Harvard business review. – 2012. – . 90. – . 10. – . 60-68.
23. Jacobs S. et al. BAD to the Bone: Big Active Data at its Core //arXiv preprint arXiv:2002.09755. – 2020.