

# Основы построения защищенных компьютерных сетей

## Лекция 1. Введение



Семён Новосёлов

2024

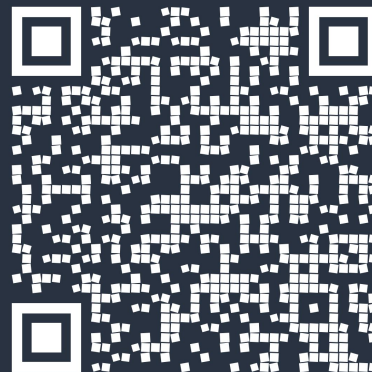
**БФУ**  
ИМЕНИ И. КАНТА

# О чём курс?

- изучение средств **защиты** сетей
- разбор сетевых атак, уязвимостей, методов защиты от них
- изучение основных инструментов: **metasploit**, **nmap**, **wireshark**, **iptables**, **snort** и др.
- пентест тоже будет и некоторые задания в формате **ctf**

**Страница курса:**

[https://crypto-kantiana.com/semyon.novoselov/teaching/netsec\\_2024/](https://crypto-kantiana.com/semyon.novoselov/teaching/netsec_2024/)



# Порядок работы

**Формат:** лекции + сдача лабораторных работ

- после лекций выкладываются лабораторные работы
- срок сдачи: 2 недели
- за пределами срока сдачи работы принимаются с низким приоритетом и в количестве не более 2 за пару

**Зачёт:** сдать 80% лабораторных.

- будет как минимум 10 лабораторных ⇒ 8 сдать

# Содержимое курса

1. Введение
2. Базовые сетевые протоколы и их безопасность
3. Сетевые атаки
4. Сетевые сканеры. **Nmap**
5. Системы текстового вторжения. **Metasploit**
6. Анализ трафика. **Wireshark**
7. Межсетевые экраны. **Iptables**
8. Системы обнаружения и предотвращения вторжений. **Snort**
9. Криптографические протоколы. **TLS**
10. Виртуальные частные сети. **OpenVPN**
11. Безопасность беспроводных сетей. **Aircrack**
12. Песочницы. **AppArmor**

# Основные понятия

- **Уязвимость** — недостаток в системе, ведущий к нарушению её безопасности. Например, позволяет:
  - выполнить произвольный код
  - вытянуть приватную информацию
- **Эксплойт** — программа, которая использует уязвимость для проведения атаки на систему
- **Пентест** — процесс оценки безопасности системы (санкционированный)

# Стадии сетевой атаки

- 1. **Сбор информации**
  - информация о ПО и его версиях, компонентах, доменах
- 2. **Анализ уязвимостей**
  - поиск по базам известных уязвимостей и эксплойтов
  - самостоятельное нахождение уязвимостей в ПО
- 3. **Эксплуатация**
  - разработка/выбор эксплойта и его использование
- 4. **Постэксплуатация**
  - выполнение вредоносной нагрузки (рассылка спама, сбор личной информации)
  - эскалация привилегий, продвижение по сети дальше
- 5. **Подготовка отчёта (при аудите)**

# Базы уязвимостей 1/2. CVE



Common Vulnerabilities and Exposures ([cve.mitre.org](https://cve.mitre.org))

Классификатор уязвимостей в программах и их компонентах.

- уязвимости регистрируются с уникальным номером и списком ссылок с доп. информацией

# Базы уязвимостей 2/2. NVD



Собирает воедино информацию из различных классификаторов и баз (CPE/CWE/CVE и др.)

Поиск: <https://nvd.nist.gov/vuln/search>

**Автоматизация:** База NVD доступна для загрузки (формат JSON) и использования в инструментах безопасности

<https://nvd.nist.gov/vuln/data-feeds>



# Пример. Список уязвимостей в Chrome. 1/3

**Search Results** (Refine) Sort results by: Publish Date Descending Sort

Search)

**Search Parameters:**

- Results Type: Overview
- Keyword (text search): chrome
- Search Type: Search All

There are **2,602** matching records.  
Displaying matches **1** through **20**.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 > >>

Vuln ID	Summary	CVSS Severity
<a href="#">CVE-2021-21116</a>	Heap buffer overflow in audio in Google Chrome prior to 87.0.4280.141 allowed a remote attacker to potentially exploit heap corruption via a crafted HTML page. <b>Published:</b> января 08, 2021; 2:15:15 PM -0500	V3.1: <b>8.8 HIGH</b> V2.0: <b>6.8 MEDIUM</b>
<a href="#">CVE-2021-21115</a>	User after free in safe browsing in Google Chrome prior to 87.0.4280.141 allowed a remote attacker who had compromised the renderer process to potentially perform a sandbox escape via a crafted HTML page. <b>Published:</b> января 08, 2021; 2:15:15 PM -0500	V3.1: <b>9.6 CRITICAL</b> V2.0: <b>6.8 MEDIUM</b>
<a href="#">CVE-2021-21114</a>	Use after free in audio in Google Chrome prior to 87.0.4280.141 allowed a remote attacker to potentially exploit heap corruption via a crafted HTML page. <b>Published:</b> января 08, 2021; 2:15:15 PM -0500	V3.1: <b>8.8 HIGH</b> V2.0: <b>6.8 MEDIUM</b>

← → ↻ nvd.nist.gov/vuln/detail/CVE-2021-21116 ☆ ABP NEW ⚙️ 👤

## CVE-2021-21116 Detail

### Current Description

Heap buffer overflow in audio in Google Chrome prior to 87.0.4280.141 allowed a remote attacker to potentially exploit heap corruption via a crafted HTML page.

### Краткое описание уязвимости

**Base Score:** **8.8 HIGH**

**Vector:** CVSS:3.1/AV:N/AC:L/PR:N/UI:R/S:U/C:H/I:H/A:H

### Оценка опасности

## Пример. Список уязвимостей в Chrome. 2/3


Hyperlink	Resource
<a href="https://chromereleases.googleblog.com/2021/01/stable-channel-update-for-desktop.html">https://chromereleases.googleblog.com/2021/01/stable-channel-update-for-desktop.html</a>	<b>Release Notes</b> <b>Vendor Advisory</b>
<a href="https://crbug.com/1151069">https://crbug.com/1151069</a>	<b>Permissions Required</b> <b>Vendor Advisory</b>
<a href="https://security.gentoo.org/glsa/202101-05">https://security.gentoo.org/glsa/202101-05</a>	<b>Third Party Advisory</b>

Список ссылок с дополнительной информацией об уязвимости

CWE-ID	CWE Name	Source
CWE-787	Out-of-bounds Write	 NIST

Класс уязвимости

# Пример. Список уязвимостей в Chrome. 3/3

 <code>cpe:2.3:a:google:chrome:*:*:*:*:*</code>	Up to
<a href="#">Show Matching CPE(s)</a> ▼	(excluding)
	87.0.4280.141

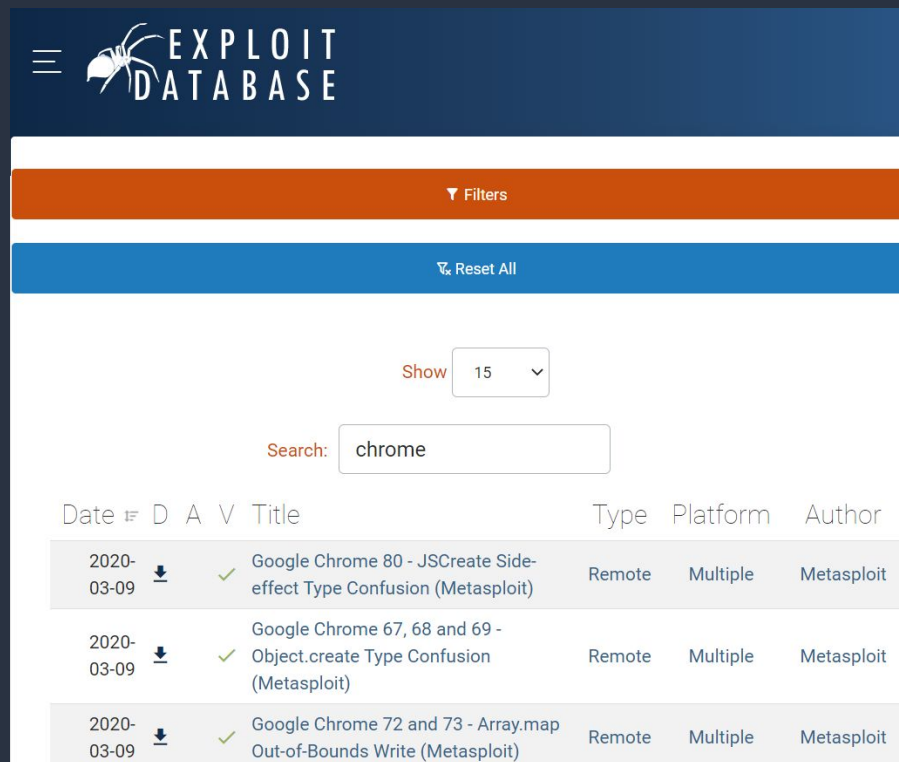
Информация об уязвимых версиях

- Аналогичным образом можно проверить по базе любое программное обеспечение или его компоненты

# Базы эксплойтов

База от Offensive Security:

- [www.exploit-db.com](http://www.exploit-db.com)
- **SearchSploit** - утилита для поиска по базе
- большинство эксплойтов Proof-of-Concept (PoC)



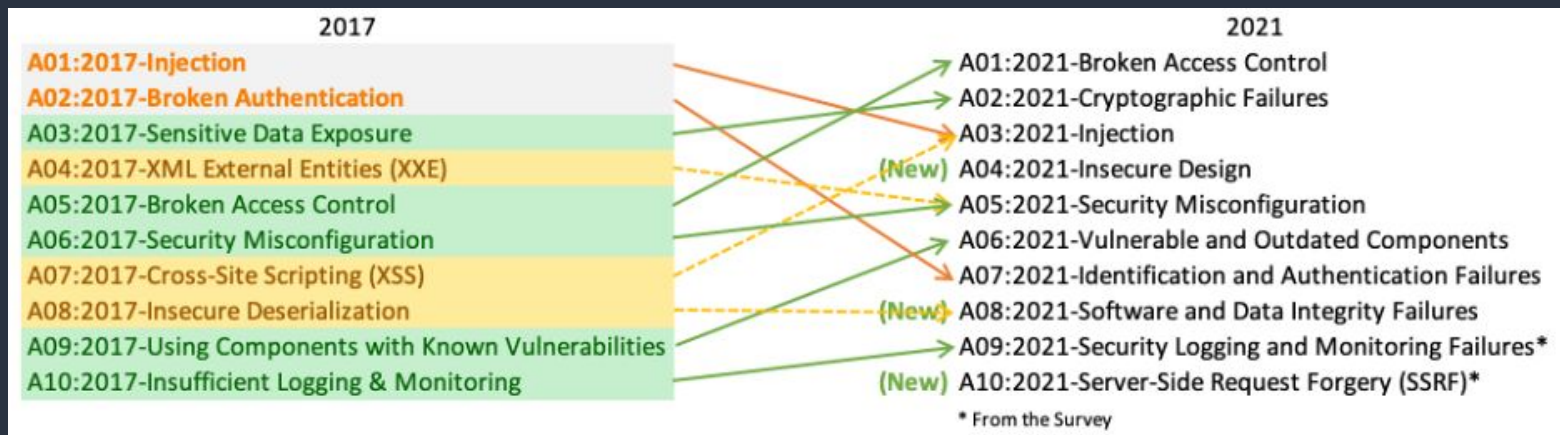
The screenshot shows the Exploit Database interface. At the top, there is a navigation bar with the logo and the text "EXPLOIT DATABASE". Below this, there are buttons for "Filters" and "Reset All". A search bar contains the text "chrome". Below the search bar, there is a "Show" dropdown menu set to "15". The main content area displays a table of search results.

Date	D	A	V	Title	Type	Platform	Author
2020-03-09	↓	✓		Google Chrome 80 - JSCreate Side-effect Type Confusion (Metasploit)	Remote	Multiple	Metasploit
2020-03-09	↓	✓		Google Chrome 67, 68 and 69 - Object.create Type Confusion (Metasploit)	Remote	Multiple	Metasploit
2020-03-09	↓	✓		Google Chrome 72 and 73 - Array.map Out-of-Bounds Write (Metasploit)	Remote	Multiple	Metasploit

# Вероятность успеха атаки готовыми эксплойтами

- многие коммерческие компании работают по принципу “работает - не трогай”
- ПО может не обновляться годами
- не требуется большой квалификации для взлома таких систем
- могут использоваться готовые эксплойты к известным уязвимостям
- проверить сеть можно общедоступными сканерами уязвимостей, например **OpenVAS**

# Виды уязвимостей



Источник: <https://owasp.org/www-project-top-ten/>

- **OWASP Top 10**: самые опасные классы веб-уязвимостей
- **CWE**: наиболее полная общая база/классификатор видов уязвимостей

# База слабостей (CWE)

- база слабостей ПО для сортировки уязвимостей по классам
- содержит подробное описание слабостей с примерами

Список самых опасных уязвимостей по версии CWE

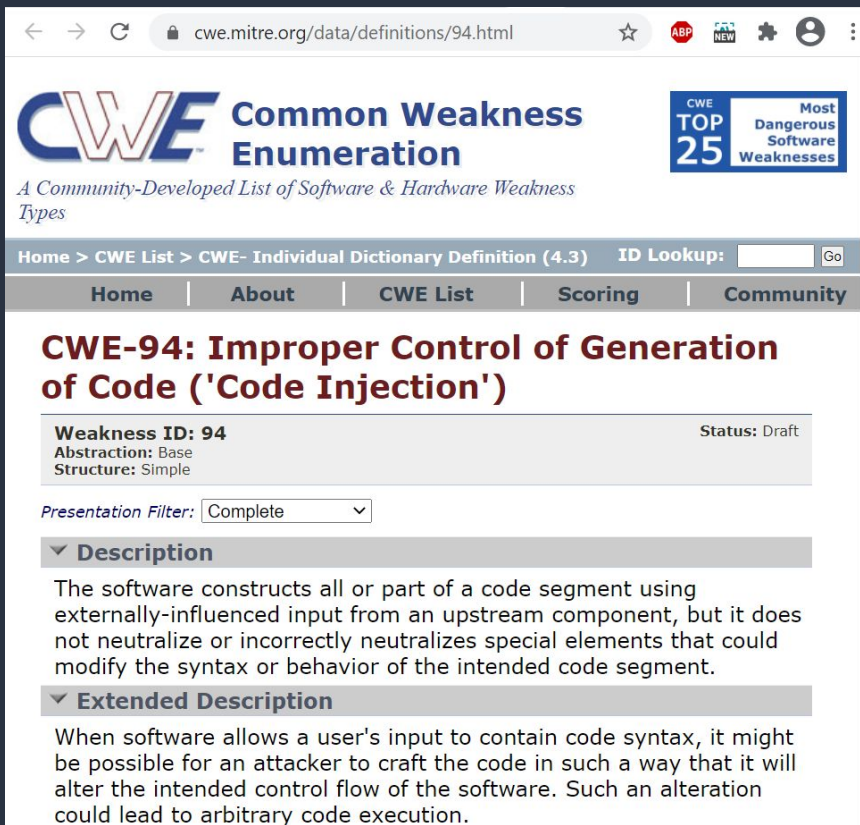
The CWE Top 25

Below is a list of the weaknesses in the 2022 CWE Top 25, including the overall score of each. The KEV Count (CVEs) shows the number of CVE-2020/CVE-2021 Records from the CISA KEV list that were mapped to the given weakness.

Rank	ID	Name	Score	KEV Count (CVEs)	Rank Change vs. 2021
1	<a href="#">CWE-787</a>	Out-of-bounds Write	64.20	62	0
2	<a href="#">CWE-79</a>	Improper Neutralization of Input During Web Page Generation ('Cross-site Scripting')	45.97	2	0
3	<a href="#">CWE-89</a>	Improper Neutralization of Special Elements used in an SQL Command ('SQL Injection')	22.11	7	+3 ▲
4	<a href="#">CWE-20</a>	Improper Input Validation	20.63	20	0
5	<a href="#">CWE-125</a>	Out-of-bounds Read	17.67	1	-2 ▼
6	<a href="#">CWE-78</a>	Improper Neutralization of Special Elements used in an OS Command ('OS Command Injection')	17.53	32	-1 ▼
7	<a href="#">CWE-416</a>	Use After Free	15.50	28	0
8	<a href="#">CWE-22</a>	Improper Limitation of a Pathname to a Restricted Directory ('Path Traversal')	14.08	19	0
9	<a href="#">CWE-352</a>	Cross-Site Request Forgery (CSRF)	11.53	1	0
10	<a href="#">CWE-434</a>	Unrestricted Upload of File with Dangerous Type	9.56	6	0
11	<a href="#">CWE-476</a>	NULL Pointer Dereference	7.15	0	+4 ▲
12	<a href="#">CWE-502</a>	Deserialization of Untrusted Data	6.68	7	+1 ▲
13	<a href="#">CWE-190</a>	Integer Overflow or Wraparound	6.53	2	-1 ▼
14	<a href="#">CWE-287</a>	Improper Authentication	6.35	4	0
15	<a href="#">CWE-798</a>	Use of Hard-coded Credentials	5.66	0	+1 ▲
16	<a href="#">CWE-862</a>	Missing Authorization	5.53	1	+2 ▲
17	<a href="#">CWE-77</a>	Improper Neutralization of Special Elements used in a Command ('Command Injection')	5.42	5	+8 ▲
18	<a href="#">CWE-306</a>	Missing Authentication for Critical Function	5.15	6	-7 ▼
19	<a href="#">CWE-119</a>	Improper Restriction of Operations within the Bounds of a Memory Buffer	4.85	6	-2 ▼
20	<a href="#">CWE-276</a>	Incorrect Default Permissions	4.84	0	-1 ▼
21	<a href="#">CWE-918</a>	Server-Side Request Forgery (SSRF)	4.27	8	+3 ▲
22	<a href="#">CWE-362</a>	Concurrent Execution using Shared Resource with Improper Synchronization ('Race Condition')	3.57	6	+11 ▲
23	<a href="#">CWE-400</a>	Uncontrolled Resource Consumption	3.56	2	+4 ▲
24	<a href="#">CWE-611</a>	Improper Restriction of XML External Entity Reference	3.38	0	-1 ▼
25	<a href="#">CWE-94</a>	Improper Control of Generation of Code ('Code Injection')	3.32	4	+3 ▲

Источник: <https://cwe.mitre.org/top25/>

# Пример: внедрение кода (CWE-94)



The screenshot shows the MITRE CWE website page for CWE-94. The page title is "CWE-94: Improper Control of Generation of Code ('Code Injection')". It includes a navigation bar with links for Home, About, CWE List, Scoring, and Community. The main content area features a "Description" section stating that the software constructs code segments from external input without neutralizing special elements. An "Extended Description" section explains that this can lead to arbitrary code execution if user input is not properly sanitized.

**Weakness ID: 94** Status: Draft  
Abstraction: Base  
Structure: Simple

Presentation Filter: Complete

### Description

The software constructs all or part of a code segment using externally-influenced input from an upstream component, but it does not neutralize or incorrectly neutralizes special elements that could modify the syntax or behavior of the intended code segment.

### Extended Description

When software allows a user's input to contain code syntax, it might be possible for an attacker to craft the code in such a way that it will alter the intended control flow of the software. Such an alteration could lead to arbitrary code execution.

## Example 1

This example attempts to write user messages to a message file and allow users to view them.

Example Language: PHP

```
$MessageFile = "cwe-94/messages.out";  
if ($_GET["action"] == "NewMessage") {  
    $name = $_GET["name"];  
    $message = $_GET["message"];  
    $handle = fopen($MessageFile, "a+");  
    fwrite($handle, "<b>$name</b> says '$message'<hr>\n");  
    fclose($handle);  
    echo "Message Saved!<p>\n";  
}  
else if ($_GET["action"] == "ViewMessages") {  
    include($MessageFile);  
}
```

While the programmer intends for the MessageFile to only include data, an attacker can provide a message such as:

```
name=h4x0r  
message=%3C?php%20system(%22/bin/ls%20-l%22);?%3E
```

which will decode to the following:

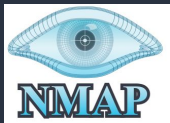
```
<?php system("/bin/ls -l");?>
```

The programmer thought they were just including the contents of a regular data file, but PHP parsed it and executed the code. Now, this code is executed any time people view messages.

Notice that XSS ([CWE-79](#)) is also possible in this situation.



# Инструментарий



**Nmap** — сетевой сканер

<https://nmap.org/>



**Wireshark** — анализатор сетевого трафика

<https://www.wireshark.org/>



**Metasploit** — система тестового вторжения

<https://www.metasploit.com/>



**Kali Linux** — дистрибутив с инструментами для тестирования безопасности

<https://www.kali.org/>

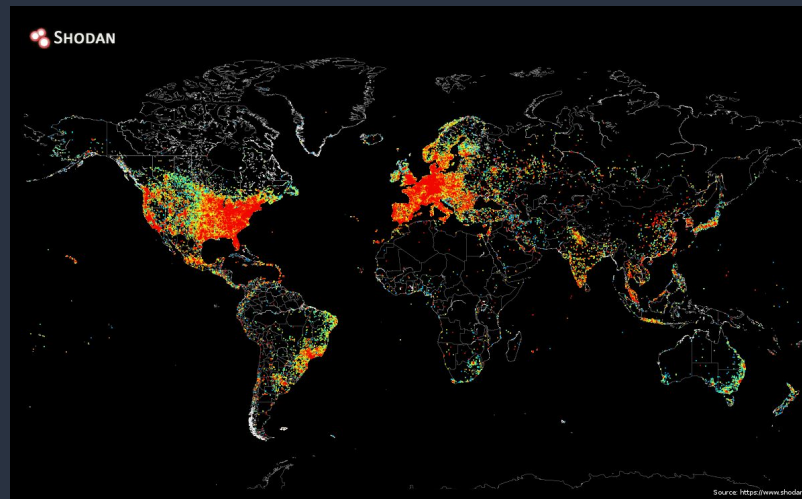
# Поисковые системы

- **Google Dorks**

- поисковые запросы для нахождения уязвимостей и приватной информации на сайтах
- база: <https://www.exploit-db.com/google-hacking-database>

- **Shodan**

специализированная поисковая система для нахождения устройств (IoT), подключенных к сети



Ping-карта интернета

# Машины для тренировки



## HackTheBox

- список машин с уязвимостями (платные/бесплатные)
- есть сортировка по уровню сложности
- ~~для регистрации нужно взломать их сайт~~
- [www.hackthebox.eu](http://www.hackthebox.eu)



## VulnHub

- виртуальные машины с уязвимостями
- [www.vulnhub.com](http://www.vulnhub.com)









# Программы Bug Bounty

Плата за найденные уязвимости

## Hackerone

Платформа HackerOne

- для сообщений об уязвимостях и оплаты за них
- собрана вся информация по программам со всего мира
- из российских компаний: Mail.ru, Ozon, Yandex, VK

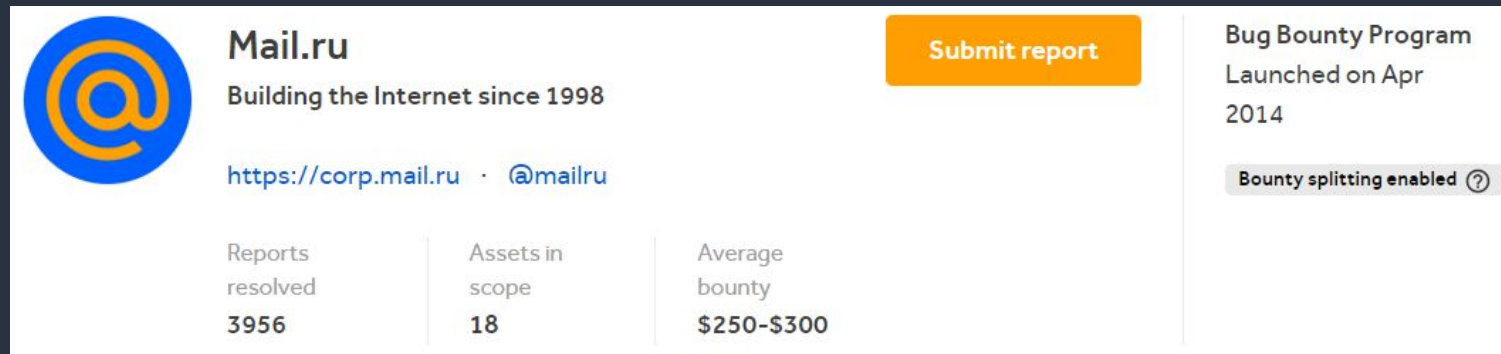
Program	Launch date ↓	Reports resolved ↓	Bounties minimum ↓	Bounties average ↓
 Verizon Media <span>Managed</span>	02 / 2014	6730	\$50	\$400-\$500
 Mail.ru	04 / 2014	3955	\$100	\$250-\$300
 AT&T <span>Managed</span>	07 / 2019	3802	\$100	\$300
 Uber <span>Managed</span>	12 / 2014	1579	\$500	\$500-\$750
 Twitter	05 / 2014	1250	\$280	\$560
 Slack	02 / 2014	1138	\$100	\$500

Список активных программ  
<https://hackerone.com/directory/programs>

# Состояние в данный момент

- В настоящее время выплаты разработчикам из России и Белоруссии недоступны.
- Аналог от Positive Technologies:  
<https://bugbounty.standoff365.com/>
- У компаний есть свои страницы, например:  
Yandex: <https://yandex.ru/bugbounty/index>

# Пример программы. 1/2



**Mail.ru**  
Building the Internet since 1998

<https://corp.mail.ru> · @mailru

[Submit report](#)

Bug Bounty Program  
Launched on Apr 2014

Bounty splitting enabled ?

Reports resolved	Assets in scope	Average bounty
3956	18	\$250-\$300

- <https://hackerone.com/mailru>
- [https://bugbounty.standoff365.com/programs/mail\\_vk](https://bugbounty.standoff365.com/programs/mail_vk)
- выплачено более 124 миллиона руб.

# Пример программы. 2/2

Больше всего платят за:

- удаленное выполнение кода
- SQL-инъекции
- доступ и манипуляции с локальными файлами в обход ограничений

Mail.ru authentication center, mail, messaging, cloud services, portal, content and news projects:

Vulnerability	Main Scope	MCS	ICQ	Content
Remote code execution (RCE)	\$35000	\$25000	\$15000	\$20000
Injections (SQLi or equivalent)	\$25000	\$20000	\$10000	\$10000
Local files access and manipulation (LFR, RFI, XXE) without jail/chroot/file type restrictions	\$25000	\$20000	\$10000	\$10000
RCE in standalone isolated / virtualized single-purpose process (e.g. image conversion)	\$5000	\$15000	\$5000	\$5000
SSRF, non-blind (with ability to read reply text), except dedicated proxies	\$10000	\$15000	\$5000	\$7500
SSRF, blind, except dedicated proxies	\$2000	\$2000	\$2000	\$1500



## Правовые вопросы

- Не проводите тестирование на безопасность без разрешения
  - наказуемо по **статье 272 УК РФ**
- Для тренировки используйте спец. машины
- Программы поиска уязвимостей Bug Bounty
  - внимательно читайте описание программ, там есть область допустимого (Scope)
- Разработка и распространение эксплойтов
  - PoC-эксплойты разрешены
  - Остальное: на грани **статьи 273 УК РФ**



# Курсы/сертификаты

## 1. Offensive Security Certified Professional (OSCP)

- один из наиболее известных сертификатов
- практическая направленность, сложный экзамен
- дорогая цена

## 2. Hacker101

- бесплатный видеокурс
- <https://youtube.com/playlist?list=PLxhvVyxYRviZd1oEA9nmnilY3PhVrt4nj>

# Литература и ссылки

- Яворски П. - Ловушка для багов. Полевое руководство по веб-хакингу (2020)
  - Яворски П. - Основы веб-хакинга (2016)
  - Эриксон Д. - Хакинг: искусство эксплойта. 2 изд. (2018)
  - Курс по Metasploit:
    - <https://www.offensive-security.com/metasploit-unleashed/>
  - Журнал Хакер:
    - <https://hacker.ru/>
- опыт работы автора на HackerOne