Анализ уязвимостей драйверов

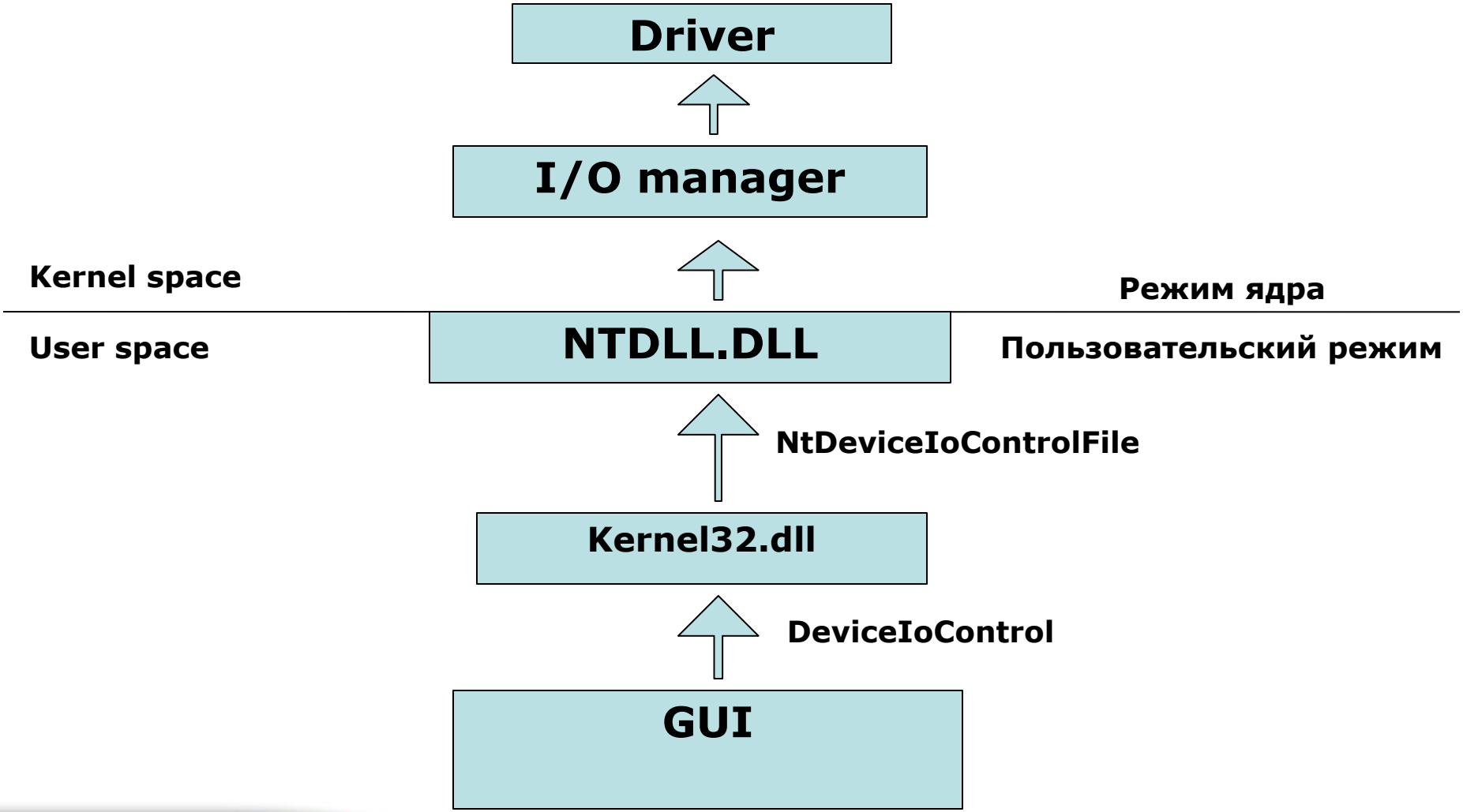
Никита Тараканов

Positive Technologies

Драйверы часто встречаются в

- **Антивирусах –** доступ к файловой системе, перехват системных функций
- **Межсетевых экранах –** низкоуровневый доступ к сетевому интерфейсу, перехват пакетов
- **ПО для виртуализации –** низкоуровневый доступ к аппаратному обеспечению
- **Эмуляторах -** низкоуровневый доступ к аппаратному обеспечению
- **Криптосистемах -** низкоуровневый доступ к аппаратному обеспечению

Взаимодействие

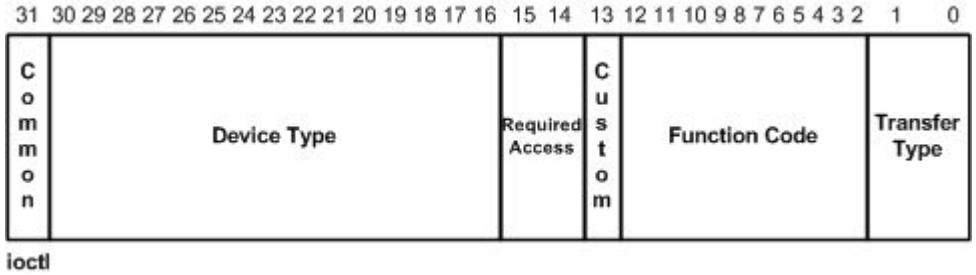


Функция DeviceIoControl

- **Параметры**
  - **hDevice – описатель устройства**
  - ***dwIoControlCode* - управляющий код ввода-вывода**
  - ***lpInBuffer* – указатель на буфер с входными данными**
  - ***nInBufferSize* - размер входного буфера в байтах**
  - ***lpOutBuffer* - указатель на буфер с выходными данными**
  - ***nOutBufferSize* - размер выходного буфера в байтах**
  - ***lpBytesReturned* - количество байт, скопированных в выходной буфер**
  - ***lpOverlapped* - указатель на структуру OVERLAPPED**

Информация закодированная в *dwIoControlCode*

- **Метод передачи данных –** способ передачи входных данных
- **Идентификатор функции –** идентификатор функции будущей запущенной драйвером
- **Доступ к устройству –** права доступа к устройству
- **Тип устройства –** тип устройства



Методы передачи входных данных

- **METHOD_BUFFERED**
- **METHOD_IN_DIRECT**
- **METHOD_OUT_DIRECT**
- **METHOD_NEITHER**

Метод: METHOD_BUFFERED

- Проверка входных параметров функциями ProbeForRead, ProbeForWrite
- I/O manager выделяет память в пространстве ядра
- Объём – максимальный из длин входных и выходных данных
- Копирует данные входного буфера в выделенную память

Метод: METHOD_IN_DIRECT, METHOD_OUT_DIRECT

- Проверка входных параметров функциями ProbeForWrite, ProbeForRead
- I/O manager выделяет память в пространстве ядра
- Объём – длина входного буфера
- Копирует данные входного буфера в выделенную память
- I/O manager создаёт MDL для доступа к входному/выходному буферу

Метод: METHOD_NEITHER

- I/O manager передаёт указатели на данные без какой-либо проверки
- Отсутствуют проверки ProbeForRead, ProbeForWrite
- Все проверки достоверности данных должны выполняться в коде драйвера
- Потенциально небезопасный метод

Функции ProbeForRead, ProbeForWrite

- **Параметры:**
  - **Address –указатель на буфер памяти пользовательского режима**
  - **Length – длина в байтах**
  - **Alignment – выравнивание буфера в байтах**
- **Проверяют диапазон (Address+Length) на нахождение в пользовательском адресном пространстве**
- **Проверяют адрес на соответствие выравниванию**
- **Проверяют аттрибут чтения/записи**

Обход функций ProbeForRead, ProbeForWrite

- **При длине равной нулю, не вызывает исключения, и не выполняет никаких проверок**
- **Обход всех проверок при длине равной нулю описан только в блоге Microsoft Security Research and Defense, ms08-025 уязвимости win32k.sys**
  http://blogs.technet.com/srd/archive/2008/04/09/ms08-025-win32k-vulnerabilities.aspx
- **Отсутствие данной информации в msdn!!!**

Типичные уязвимости

- **METHOD_NEITHER**
  - Arbitrary kernel memory write
  - NULL pointer dereference
- **METHOD_BUFFERED**
  - Buffer overflows
  - NULL pointer dereference
- **METHOD_IN_DIRECT, METHOD_OUT_DIRECT**
  - Buffer overflows
  - NULL pointer dereference

Методология поиска уязвимостей

- **Fuzzing**

  тестирование без предварительной информации о коде драйвера

- **Fuzzing+мониторинг**

  информация о коде драйвера восстанавливается в процессе тестирования

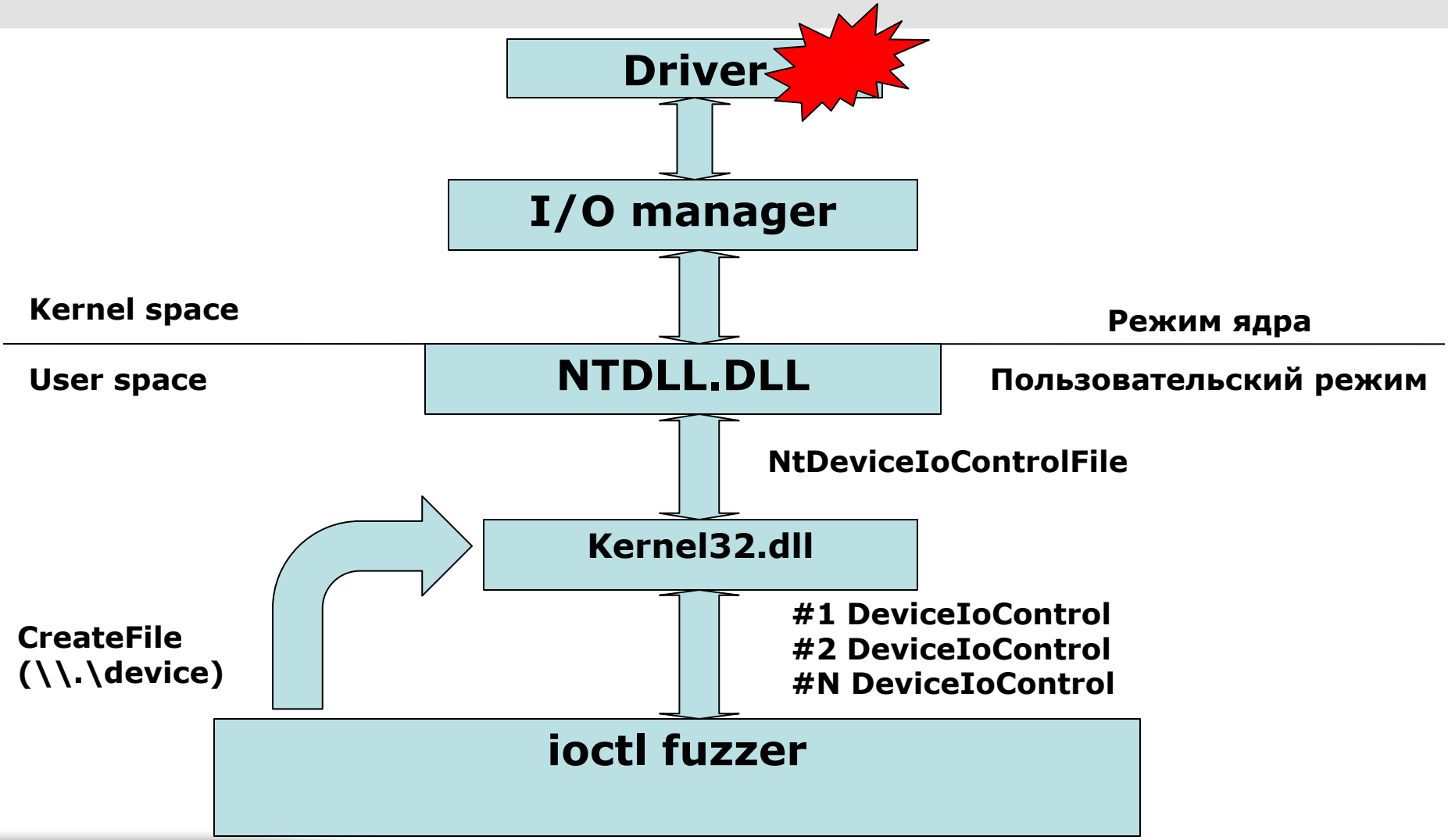
- **Ручной анализ**

  тестирование на основе предварительного изучения кода драйвера (дизассемблирование, отладка)

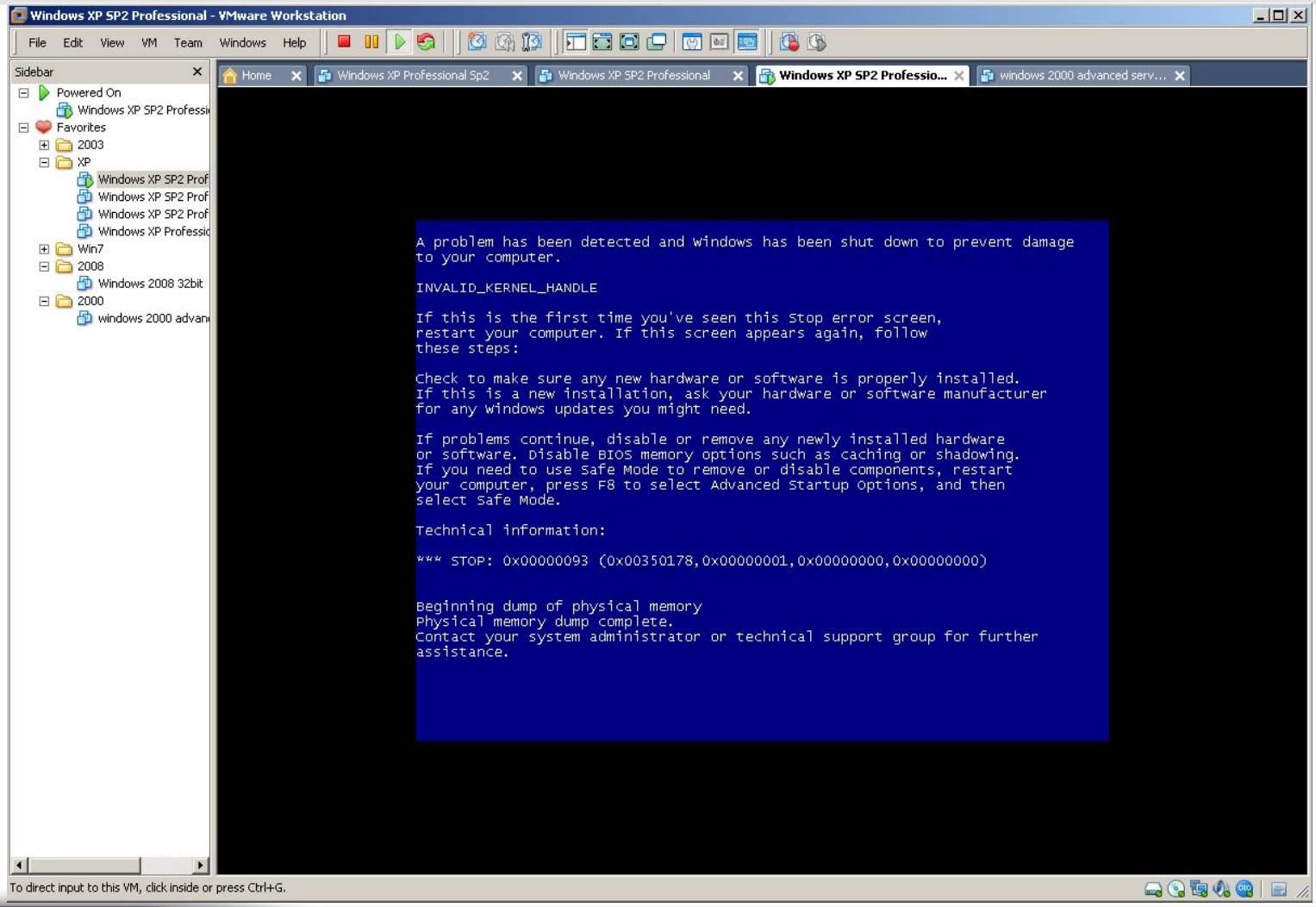
Fuzzing

- **Перебор входных параметров DeviceIoControl:**
  - ***dwIoControlCode* - DWORD**
  - ***lpInBuffer* – PVOID**
  - ***nInBufferSize* - DWORD**
  - ***lpOutBuffer* – PVOID**
  - ***nOutBufferSize* - DWORD**

Fuzzing


Driver
I/O manager
Kernel space
Режим ядра
User space
NTDLL.DLL
Пользовательский режим
NtDeviceIoControlFile
Kernel32.dll
CreateFile
(\\.\device)
#1 DeviceIoControl
#2 DeviceIoControl
#N DeviceIoControl
ioctl fuzzer

5 минут работы ioctl fuzzer’a



Fuzzing: Тестовые наборы

- ***dwIoControlCode - полный перебор***
- ***lpInBuffer – NULL, invalid kernel space address***
- ***nInBufferSize* – 0, 0 – 0x1000, 0x80000000**
- ***lpOutBuffer – NULL, invalid kernel space address***
- ***nOutBufferSize* - 0, 0 – 0x1000, 0x80000000**

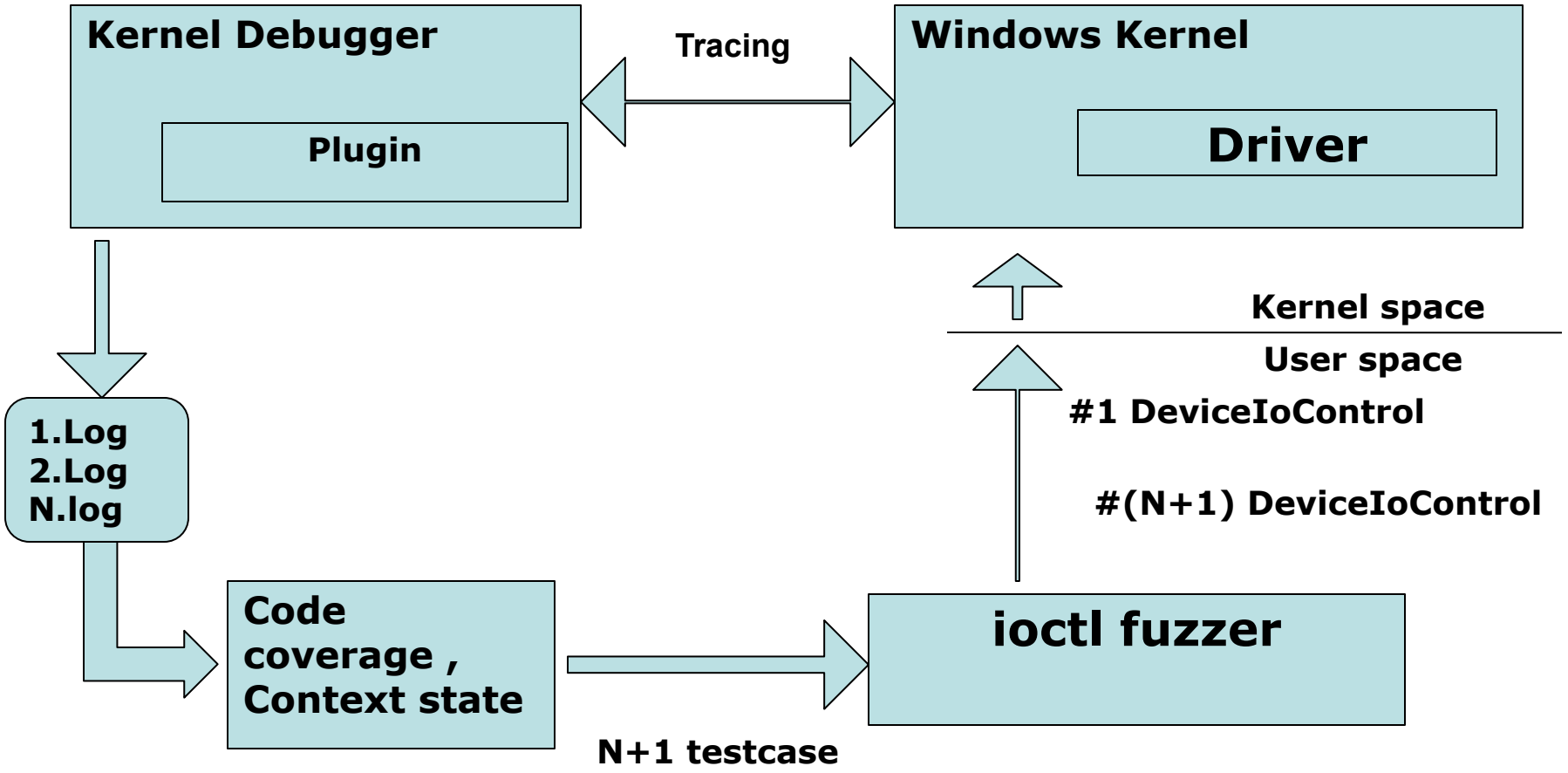
Fuzzing: Плюсы и минусы

- ***Плюсы***
- ***Лёгкий в реализации(40 строк C кода)***
- ***Неплохие результаты***
- ***Минусы***
- ***Пропуск уязвимостей, зависящих от определённых значений в буфере или от определённой длины***

Fuzzing+мониторинг

- **Отслеживание прохода для определённого тестового набора данных(Code coverage)**
- **Протоколирование состояний контекста(Data flow)**
- **Протоколирование “падений”**
- **Генерация N+1 тестового набора данных**

Fuzzing+мониторинг

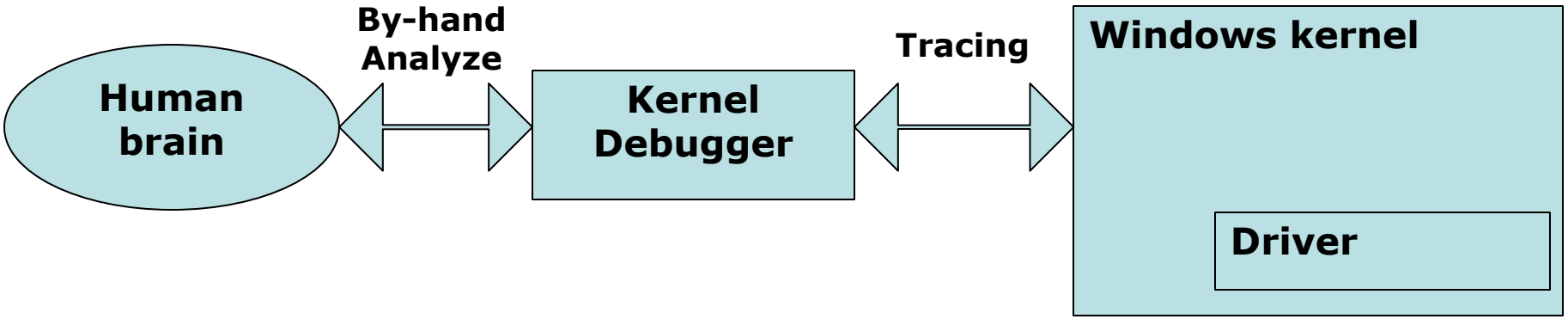


Fuzzing+мониторинг: Плюсы и минусы

- ***Плюсы***
- ***Покрытие кода для конкретного тестового набора***
- ***Протоколирование найденной уязвимости***
- ***Минусы***
- ***Сложность реализации***

Ручной анализ

- Локализация IOCTL обработчика
- Анализ обрабатываемых IOCTL значений
- Формирование тестовых наборов
- Анализ обработки входных значений



Ручной анализ: Плюсы и минусы

- ***Плюсы***
- ***Нахождение наибольшего количества уязвимостей***
- ***Лучший в комбинации с fuzzing подходом***
- ***Минусы***
- ***Трудозатратный, требует больших временных ресурсов***

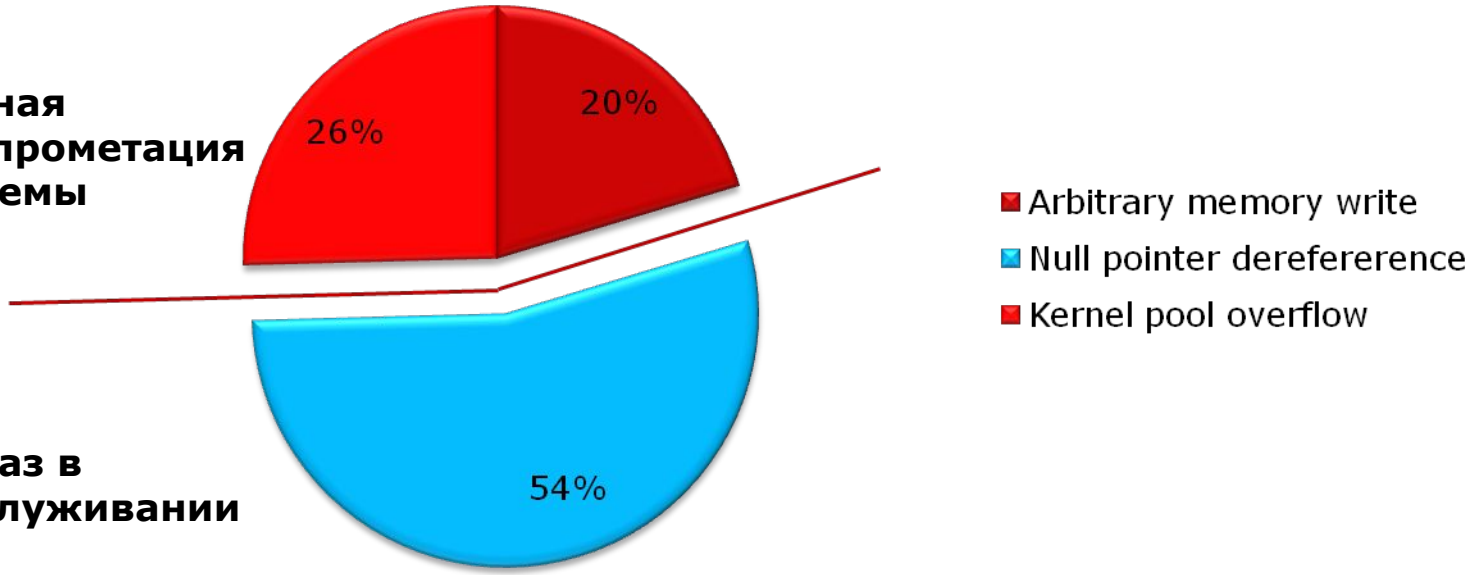
Статистика протестированных продуктов

Всего в исследовании участвовали 40 продуктов: антивирусы, межсетевые экраны, виртуальные машины, эмуляторы, криптосистемы.

Количество обнаруженных уязвимостей

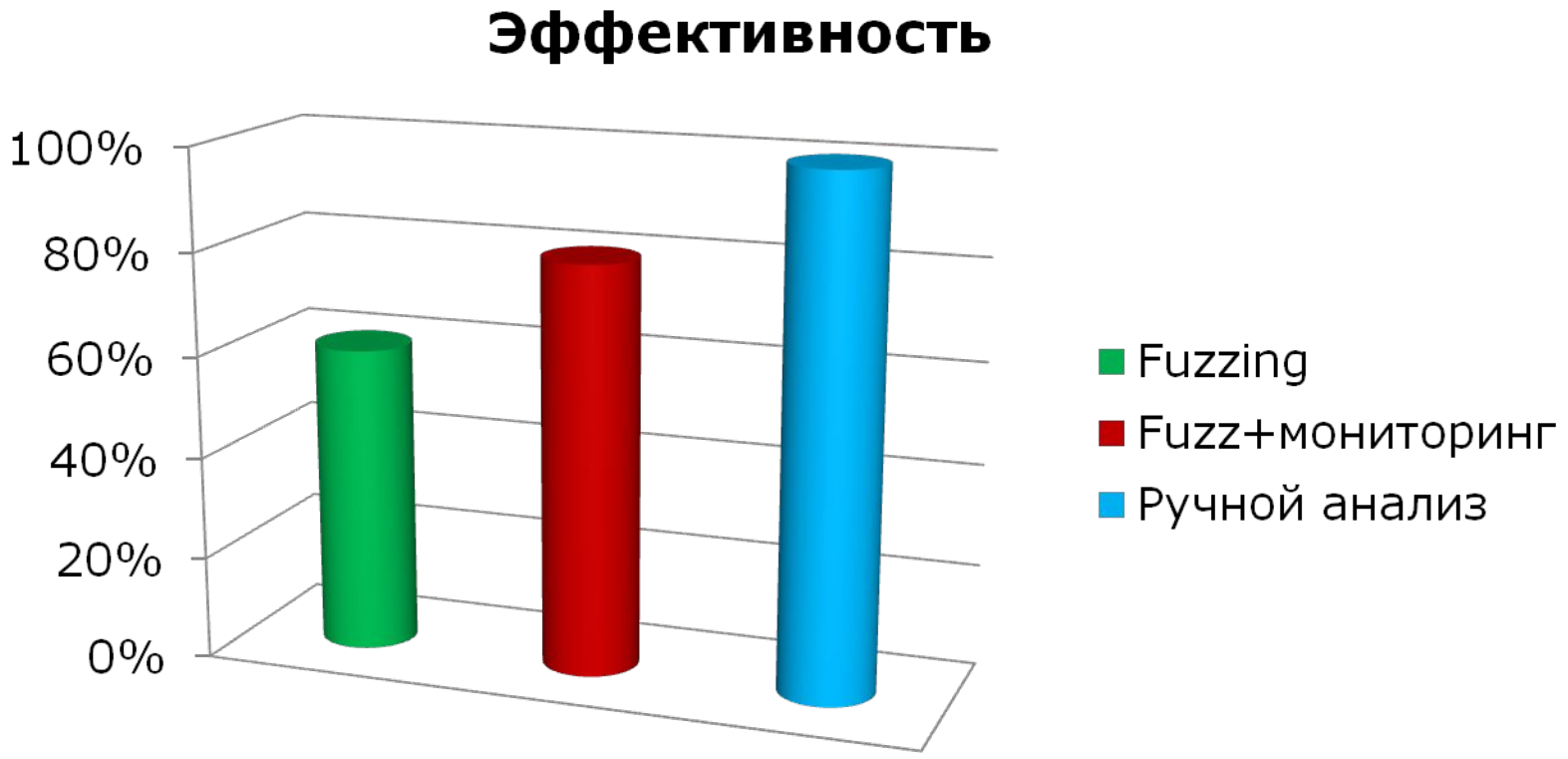
Arbitrary memory write	Null pointer dereference	Kernel Pool overflow
12	32	15

Полная компрометация системы



Отказ в обслуживании

Сравнение методов поиска уязвимостей



Пути решения

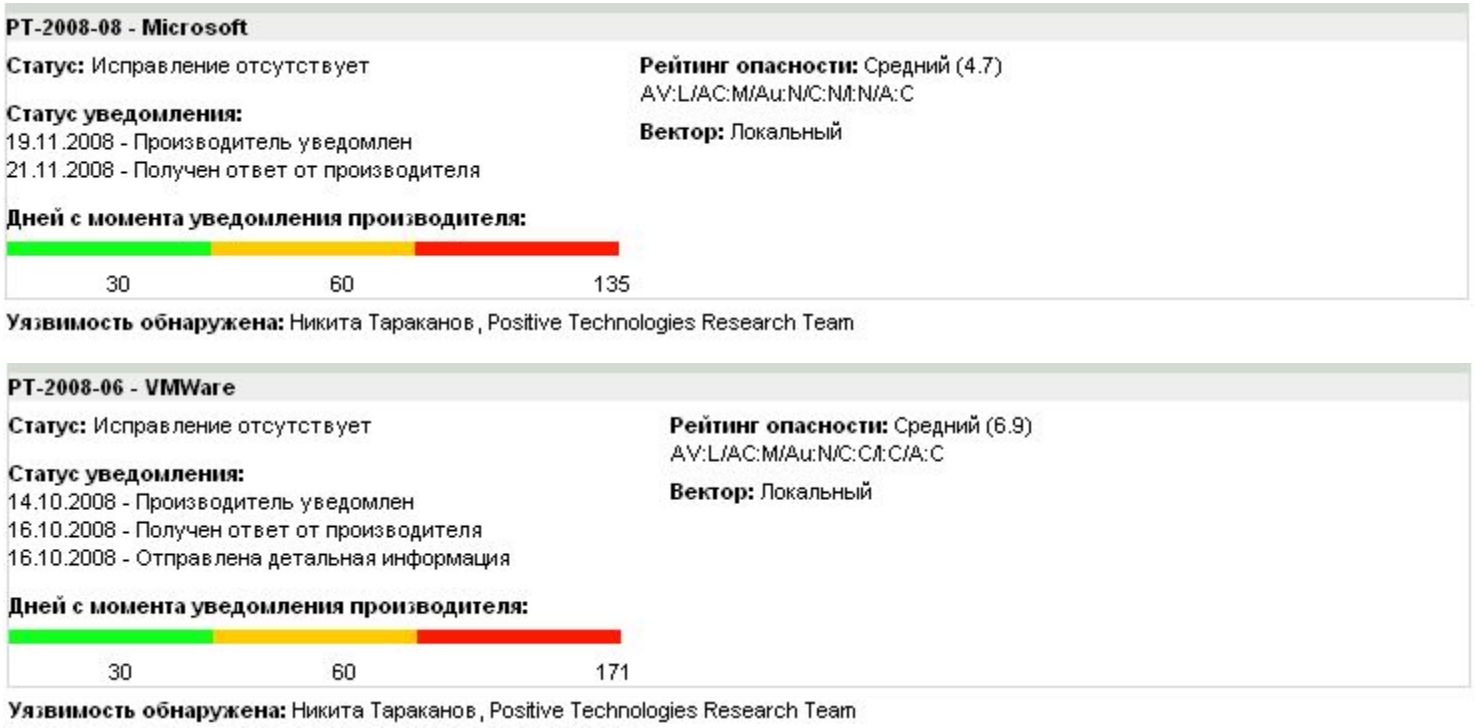
- **IoCreateDeviceSecure – безопасное создание устройства(Microsoft, Dr. Web)**
- **PsGetCurrentProcessId – проверка идентификатора процесса(Eset)**
- **KeGetPreviousMode – проверка из какого адресного пространства пришёл вызов(Kaspersky)**
- **Hook NtCreateFile, NtDeviceIoControlFile – перехват функций взаимодействия(Tall Emu)**

Выводы

- **Тестирование драйверов в большинстве компаний не проводится**
- **Большое количество уязвимостей, которые можно быстро обнаружить и исправить**
- **Исправление такого типа уязвимостей в некоторых случаях занимает более 150(!!!) дней**

Welcome!

- **http://www.securitylab.ru/lab/**



PT-2008-08 - Microsoft

Статус: Исправление отсутствует

Статус уведомления:
19.11.2008 - Производитель уведомлен
21.11.2008 - Получен ответ от производителя

Дней с момента уведомления производителя:

30 60 135

Рейтинг опасности: Средний (4.7)
AV:L/AC:M/Au:N/C:N/I:N/A:C

Вектор: Локальный

Уязвимость обнаружена: Никита Тараканов, Positive Technologies Research Team

PT-2008-06 - VMWare

Статус: Исправление отсутствует

Статус уведомления:
14.10.2008 - Производитель уведомлен
16.10.2008 - Получен ответ от производителя
16.10.2008 - Отправлена детальная информация

Дней с момента уведомления производителя:

30 60 171

Рейтинг опасности: Средний (6.9)
AV:L/AC:M/Au:N/C:C/I:C/A:C

Вектор: Локальный

Уязвимость обнаружена: Никита Тараканов, Positive Technologies Research Team

Будущие исследования

- **Полные результаты исследования и детальная информация по методам поиска уязвимостей будут опубликованы на сайте компании Positive Technologies в разделе "Аналитика" www.ptsecurity.ru/analytics.asp**
- **Race condition уязвимости : скрытые опасности METHOD_NEITHER, METHOD_BUFFERED**
- **Доработка методов автоматического поиска уязвимостей, публикация исходных кодов ioctl fuzzer'a**

Вопросы?

Никита Тараканов
ntarakanov@ptsecurity.com

POSITIVE TECHNOLOGIES

PT Research Team

- **Раздел "Лаборатория" www.securitylab.ru/lab на портале SecurityLab публикует уязвимости, обнаруженные в программном и аппаратном обеспечении. Реализацию этой задачи осуществляют эксперты компании Positive Technologies, входящие в состав Positive Technologies Research Team**

Ссылки

- http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc264618.aspx
- http://www.uninformed.org/?v=4&a=4&t=txt
- http://www.reversemode.com/index.php?option=com_remository&Itemid=2&func=fileinfo&id=51