Взлом и защита Active Directory

spy-soft.net/active-directory-attacks

27 июня 2018 г.

За последние четыре года ни один Black Hat или DEFCON не обошелся без докладов на тему атак на Microsoft Active Directory. Участники рассказывают о новых векторах и своих изобретениях, но не забывают и о советах, как можно их обнаружить и предотвратить. В этой статье мы рассмотрим популярные способы атак на Active Directory и приведем рекомендации, которые помогут от них защититься.

Еще по теме: Пентест Active Directory на машине HTB Intelligence

Атаки на Active Directory, которые нельзя не заметить

Многие производители программного обеспечения для мониторинга ИБ уже поддерживают в своих продуктах разнообразные техники атак злоумышленников. Рассмотрим некоторые из них.

Pass-the-Hash

Эта техника возможна благодаря архитектурным особенностям протокола аутентификации NTLM, разработанного Microsoft в девяностых годах прошлого века. Для того чтобы залогиниться на удаленном хосте, используется хеш пароля, хранящийся в памяти компьютера, с которого происходит аутентификация. Соответственно, его оттуда можно извлечь.

Mimikatz

Для удобной эксплуатации Pass-the-Hash французский исследователь Бенжамен Делпи (Benjamin Delpy) в 2014 году разработал утилиту mimikatz. Она позволяет дампить из памяти clear-text-пароли и NTLM-хеши.

Brute Force

Если злоумышленнику недостаточно тех учетных данных, которые он извлек с одного хоста, он может прибегнуть к грубой, но действенной технике подбора паролей.

net user /domain

Откуда взять словарь имен пользователей для того, чтобы провести атаку Brute Force? Любому члену домена доступно выполнение команды net user /domain, которая возвращает полный список имен пользователей из AD.

Kerberoasting

Если же в домене в качестве протокола аутентификации используется Kerberos, то злоумышленник может прибегнуть к атаке Kerberoasting. Любой аутентифицированный в домене пользователь может запросить Kerberos-билет для доступа к сервису (Ticket Granting Service). TGS зашифрован хешем пароля учетной записи, от которой запущен целевой сервис. Злоумышленник, получив таким образом TGS, теперь может расшифровать его, подбирая пароль и не боясь блокировки, поскольку делает это офлайн. В случае успеха он получает пароль от ассоциированной с сервисом учетной записи, которая зачастую бывает привилегированной.

PsExec

После того как злоумышленник получил нужные учетные данные, перед ним встает задача удаленного исполнения команд. Для этого хорошо подходит утилита PsExec из набора Sysinternals. Она хорошо себя зарекомендовала как среди IT-администраторов, так и среди атакующих.

Этапы атаки на Active Directory

Сейчас мы переходим к семи заклинаниям, благодаря которым атакующие могут получить полный контроль над Active Directory. Разделим их на четыре стадии:

1. Разведка.
2. Продвижение по AD.
3. Эксплуатация.
4. Захват домена.

На схеме можно увидеть все четыре, а также техники, которые на них применяются. Рассмотрим каждую детально.

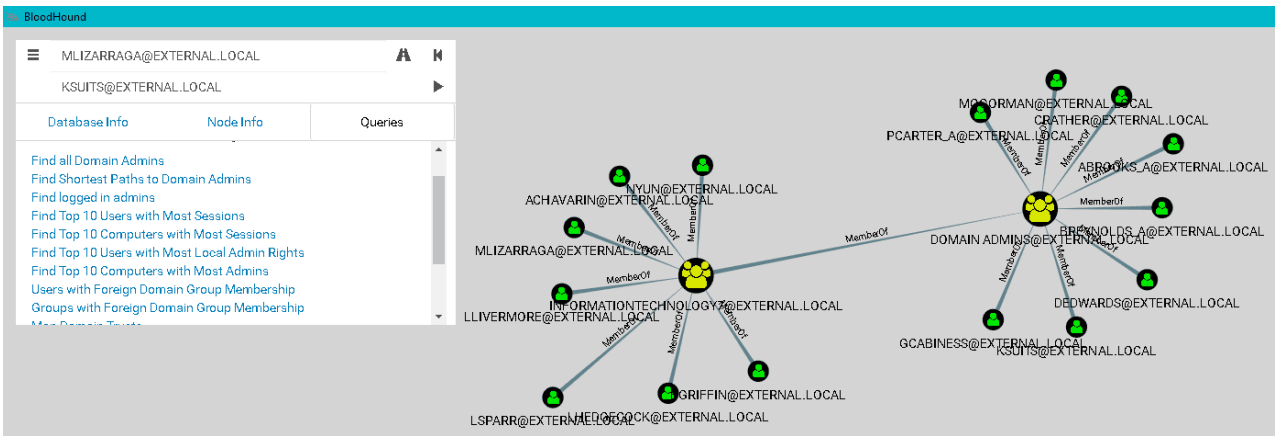
Семь заклинаний атакующих, разделенные на четыре стадии

Стадия 1. Разведка

Начнем с разведки.

PowerView

Этот инструмент входит в популярный PowerShell-фреймворк для проведения тестирований на проникновение — PowerSploit. Также на него опирается инструмент BloodHound, строящий граф связей объектов внутри AD.



Граф связей объектов Active Directory

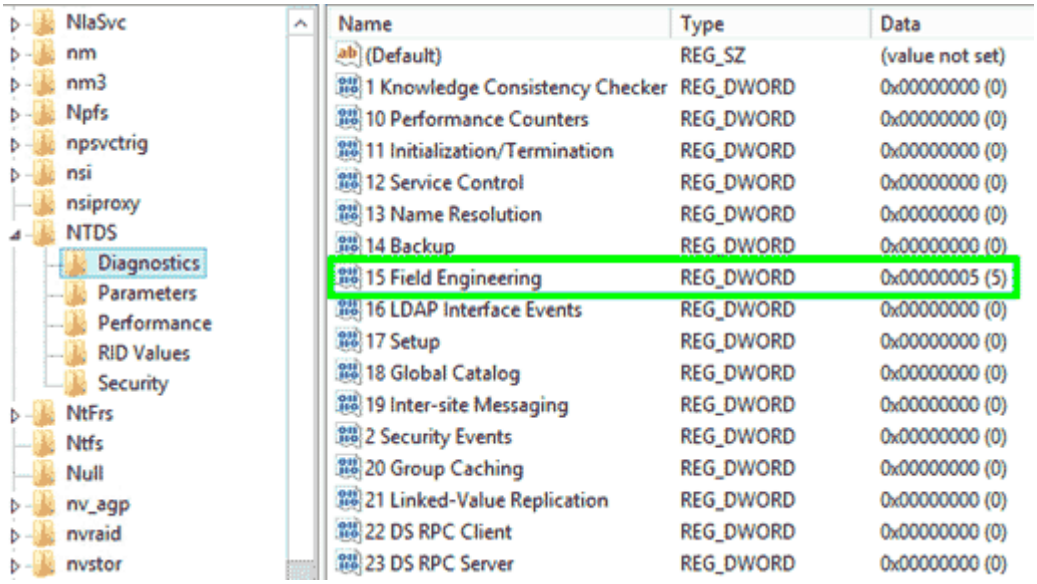
BloodHound сразу предоставляет такие возможности:

- найти аккаунты всех доменных администраторов;
- найти хосты, на которых залогинены доменные администраторы;
- построить кратчайший путь от хоста атакующего до хоста с сессией доменного админа.

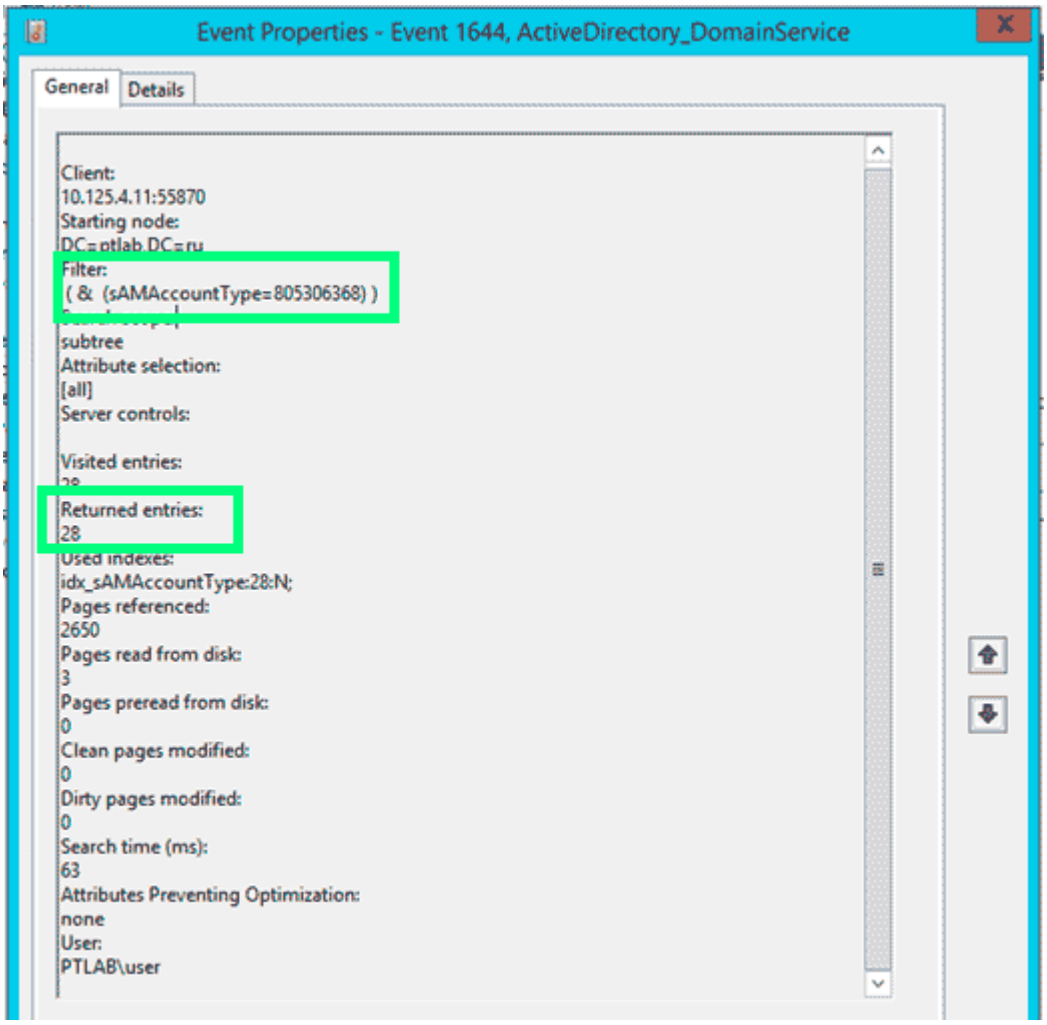
Последний пункт дает ответ на вопрос, какие хосты нужно взломать атакующему, чтобы добраться до учетки доменного админа. Такой подход сильно сокращает время на получение полного контроля над доменом.

PowerView отличает от встроенных утилит для получения данных об объектах AD (например, net.exe) то, что он работает по протоколу LDAP, а не SAMR. Для обнаружения этой активности подойдет событие 1644 с контроллера домена. Логирование данного события включается добавлением соответствующего значения в реестре:

1 HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\NTDS\Diagnostic\\1 Field Engineering = 5

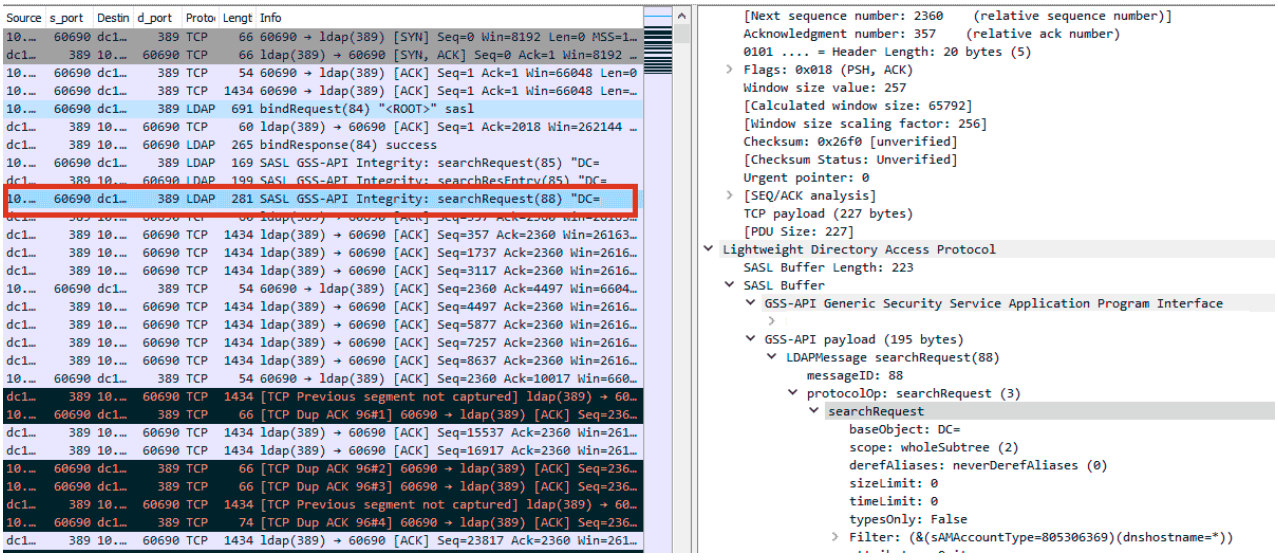


Включение логирования LDAP Event 1644



Событие 1644 с параметрами LDAP-запроса

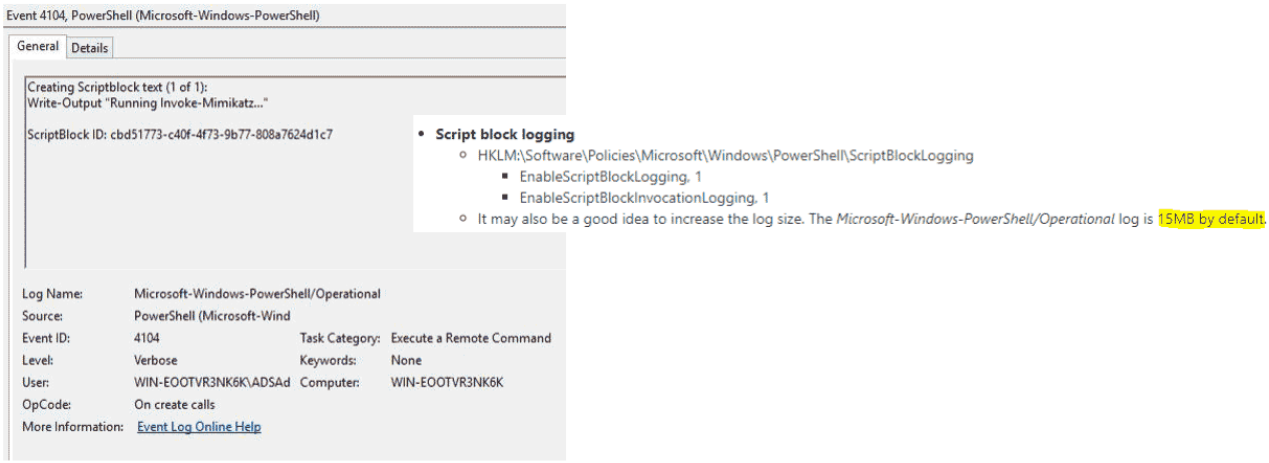
Стоит обратить внимание на то, что таких событий может быть довольно много, и хорошей альтернативой детекту по событию будет детект по трафику, поскольку LDAP — это clear-text-протокол, соответственно, все запросы в трафике отлично видны.



LDAP SearchRequest

Еще одна важная особенность этого фреймворка — он написан на чистом PowerShell и не имеет зависимостей. И здесь для детектирования нам поможет появившаяся в PowerShell версии 5 возможность расширенного аудита. Событие 4104 показывает тело скрипта, в котором мы можем поискать характерные для PowerView названия функций.

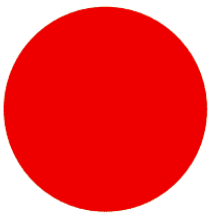
PowerShell v5 Event ID 4104



SPN Scan

Эта техника может заменить атакующему запуск Nmap. После того как атакующий разобрался, какие пользователи и группы есть внутри AD, для полноты картины ему понадобится информация, какие есть сервисы.

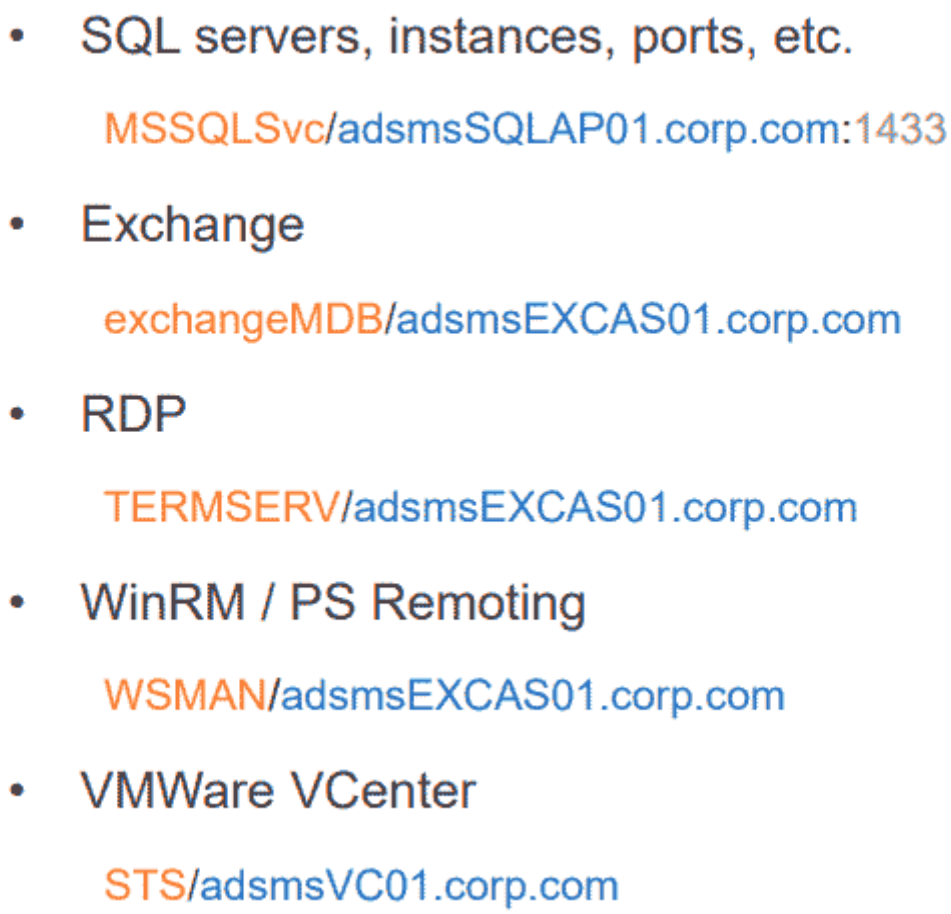
Service Principal Name



Port Scan

```
PS U:\> $ADForestInfoRootDomain = ([System.DirectoryServices.ActiveDirectory.Forest]::GetCurrentForest()).RootDomain
$ADForestInfoRootDomainDN = "DC=" + $ADForestInfoRootDomain -Replace("\.",',DC=')
$ADDomainInfoLGCDN = 'GC://' + $ADForestInfoRootDomainDN
$root = [ADSI]$ADDomainInfoLGCDN
$ADSPNSearcher = new-Object System.DirectoryServices.DirectorySearcher($root,"(serviceprincipalname=*)")
$ADSPNSearcher.PageSize = 500
$AllADSQLServerSPNs = $ADSPNSearcher.FindAll()
$AllADSQLServerSPNs
```

Обычно это решается сканированием портов утилитой Nmap. Но теперь эту информацию можно получить и из AD — она там хранится в виде так называемых SPN (Service Principal Names). SPN состоит из serviceclass, он уникален для каждого типа сервиса, затем идет hostname в форме FQDN и для некоторых сервисов — port.



Примеры SPN

Обнаружить SPN Scan также поможет аудит событий LDAP.

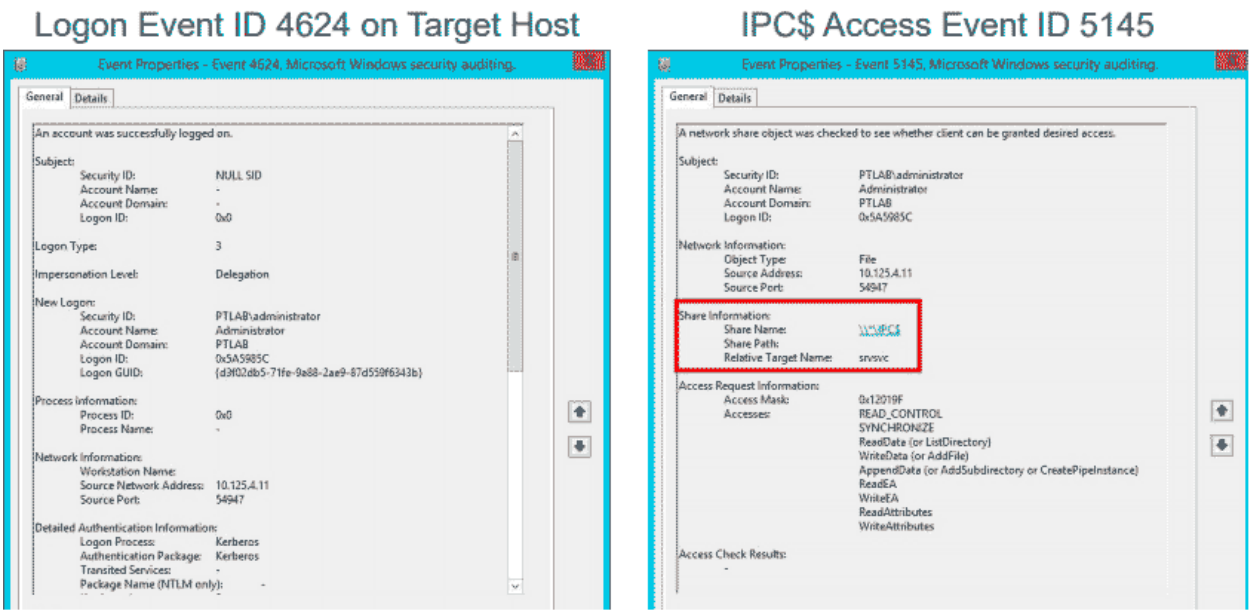
Важно отметить, что SPN scan имеет явное преимущество перед сканом Nmap: он менее шумный. При использовании Nmap вам нужно подключаться к каждому узлу и отправлять сотни пакетов на тот диапазон портов, который вы указали. А для получения списка SPN нужно отправить всего один запрос.

Remote Sessions Enumeration

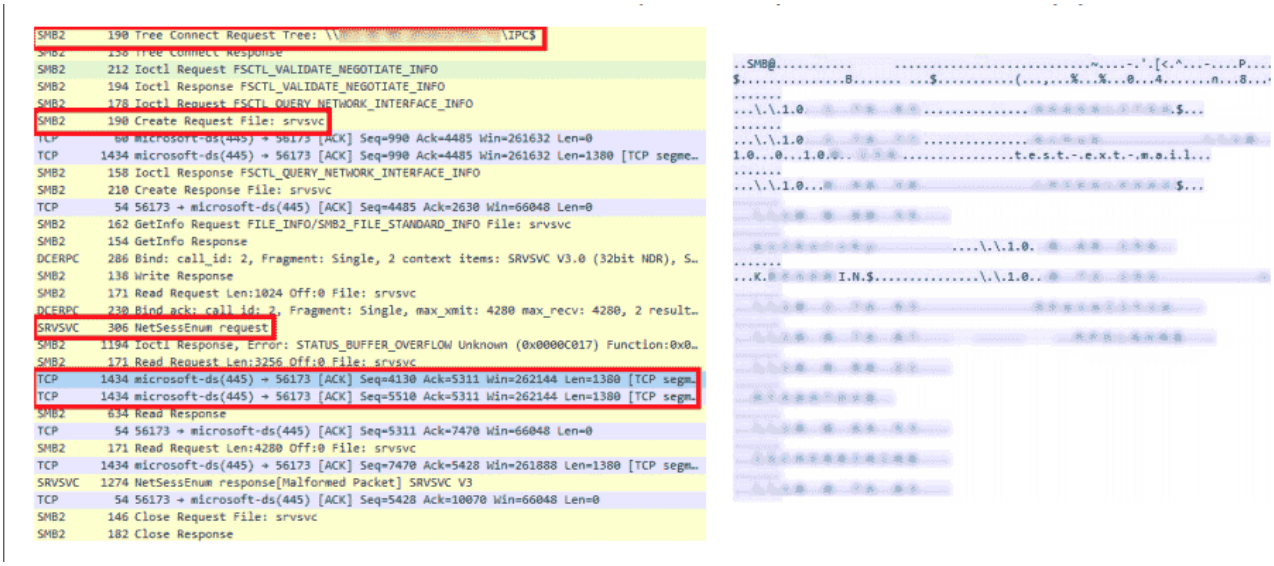
Важной задачей перед атакующим на этапе lateral movement становится определение, какой пользователь на какой машине залогинен. Либо у него уже есть учетные данные пользователя (хеш или Kerberos-тикет) и он ищет хосты, куда можно беспрепятственно залогиниться. Либо он в поисках хоста, где есть живая сессия доменного администратора.

Тогда срабатывает сценарий: охота → компрометация любого хоста → залив mimikatz → профит.

Для обнаружения данной техники можно использовать два события. 4624 — это успешный логон на удаленной системе с логон тайпом 3, а также события доступа к сетевой шаре IPC$, и нюанс: название пайпа — srvsvc. Почему пайп так называется, можно понять из трафика.



В левой части в красных рамках обращения к SMB, затем обращения к пайпу — srvsvc. Вот этот пайп позволяет взаимодействовать по специальному протоколу Server Service Remote Protocol. Конечным хостам он позволяет получать от него различную административную информацию, в том числе среди запросов есть такой, который называется NetSessEnum. В результате этого запроса возвращается полный список залогиненных на удаленной системе пользователей с IP и именами пользователей.



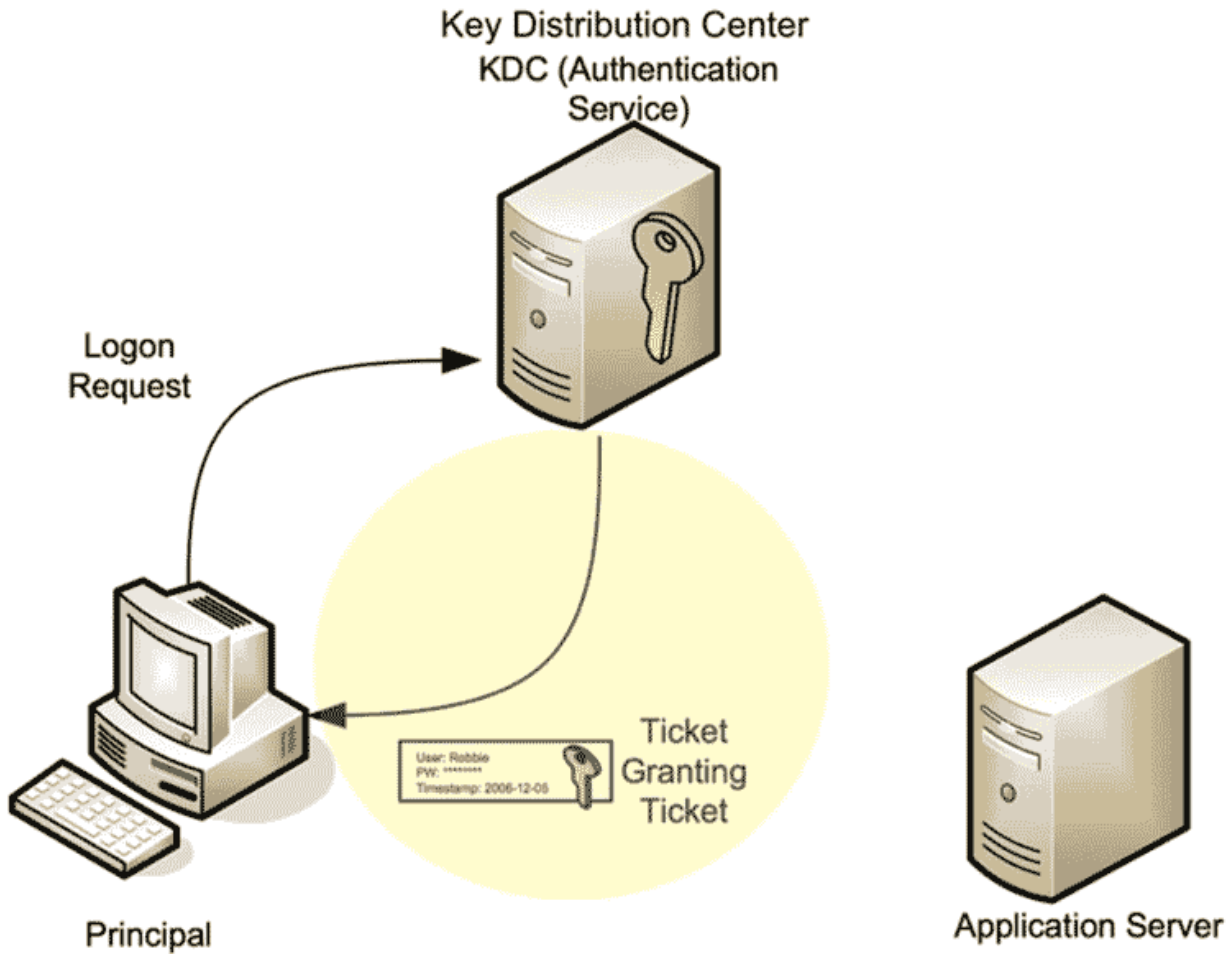
> В MaxPatrol SIEM мы сделали детект на основе связки этих двух событий с учетом srvsvc. И аналогичный детект по трафику в PT Network Attack Discovery.

Стадия 2. Продвижение по AD

Overpass-the-Hash

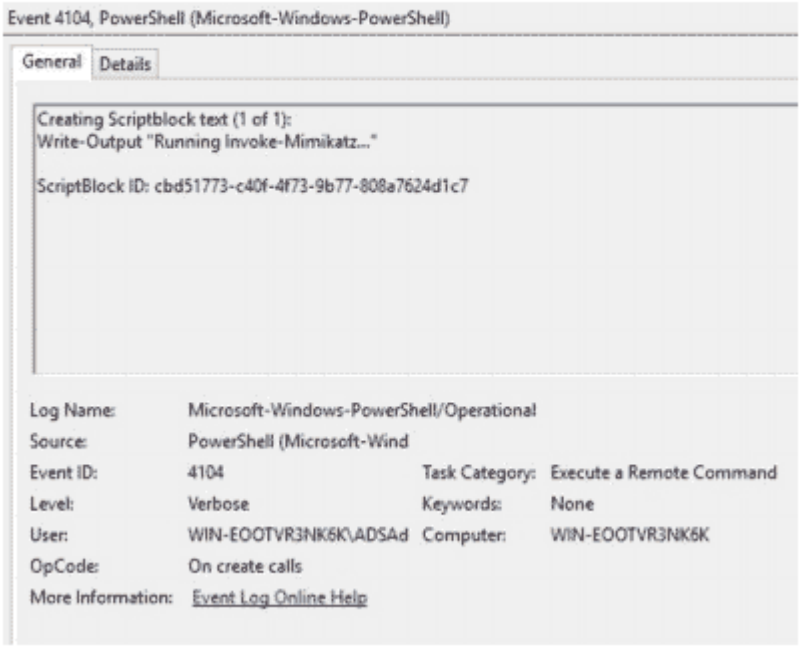
Реинкарнация Pass-the-Hash. Что атакующий может сделать, если у него есть NTLM-хеш? Он может провести атаку Pass-the-Hash — но на нее уже есть детекты. Поэтому был найден новый вектор — атака Overpass-the-Hash.

Протокол Kerberos был разработан специально для того, чтобы пароли пользователей в том или ином виде не передавались по сети. Для этого на своей машине пользователь хешем своего пароля шифрует запрос на аутентификацию. В ответ Key Distribution Center (специальная служба, которая хостится на контроллере домена) выдает ему билет на получение других билетов — так называемый Ticket-Granting Ticket (TGT). Теперь клиент считается аутентифицированным, и в течение десяти часов он может обращаться за билетами для доступа к другим сервисам. Соответственно, если атакующий сдампил хеш пользователя, который входит в доверенную группу интересующего его сервиса, например ERP-системы или базы данных, атакующий может выпустить пропуск для себя и успешно авторизоваться на этом сервисе.



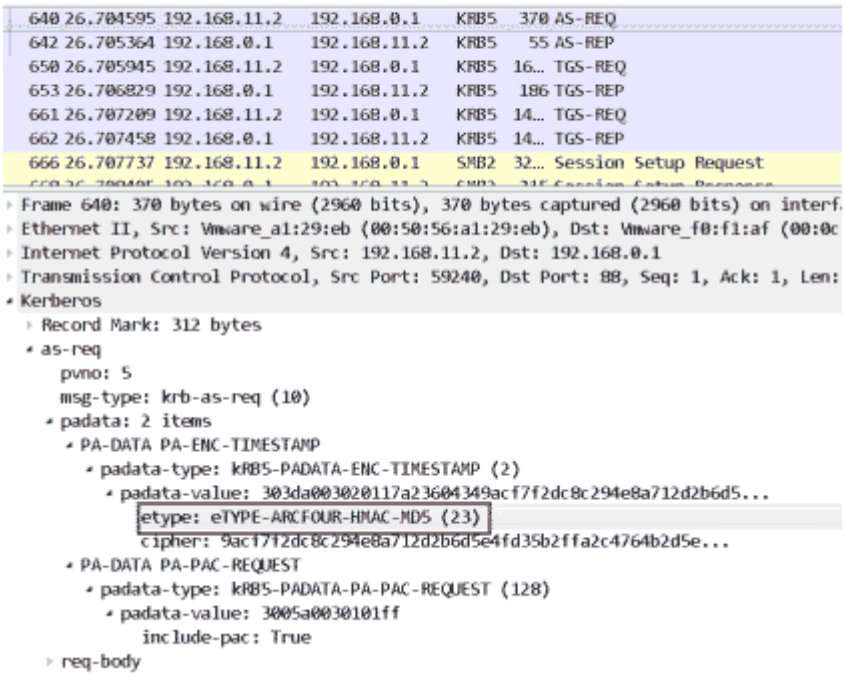
Как детектить атаку. Если атакующий использует PowerShell-версию mimikatz для этой атаки, то здесь на помощь приходит логирование тела скрипта, потому что «Invoke-Mimikatz» — весьма примечательная строчка.

PowerShell Script Block Logging



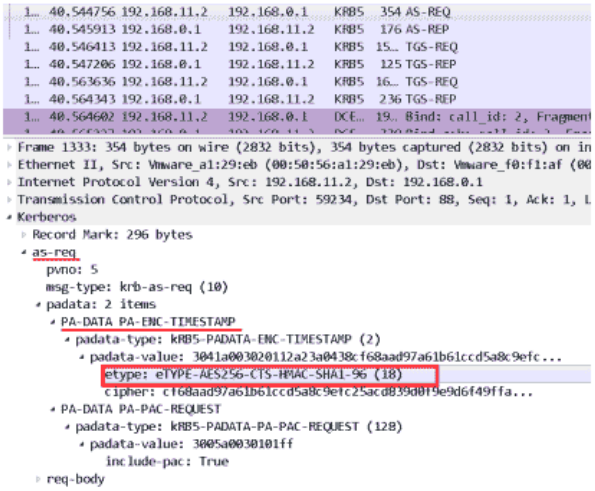
Или же 4688 — событие запуска процесса с расширенным аудитом командной строки. Даже если бинарь будет переименован, то по командной строке мы обнаружим очень характерную для mimikatz команду.

AS-REQ от mimikatz

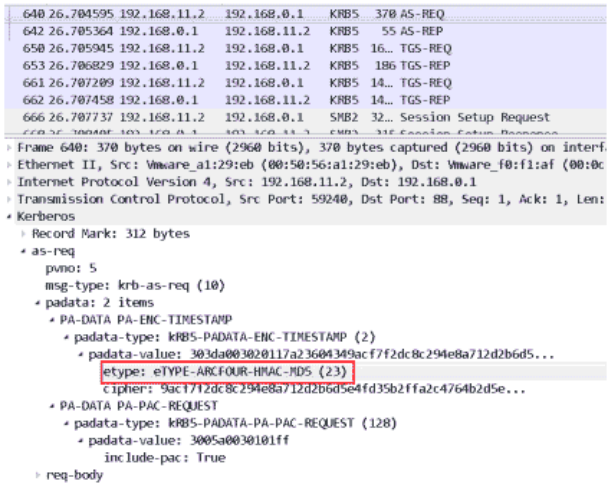


По трафику Overpass-the-Hash можно детектить на основе аномалии, которая возникает в результате того, что Microsoft рекомендует для текущих доменов использовать для шифрования authentication request AES-256. А mimikatz, когда отправляет данные authentication request, шифрует их с помощью устаревшего RC4.

Тип шифрования в легитимном AS-REQ



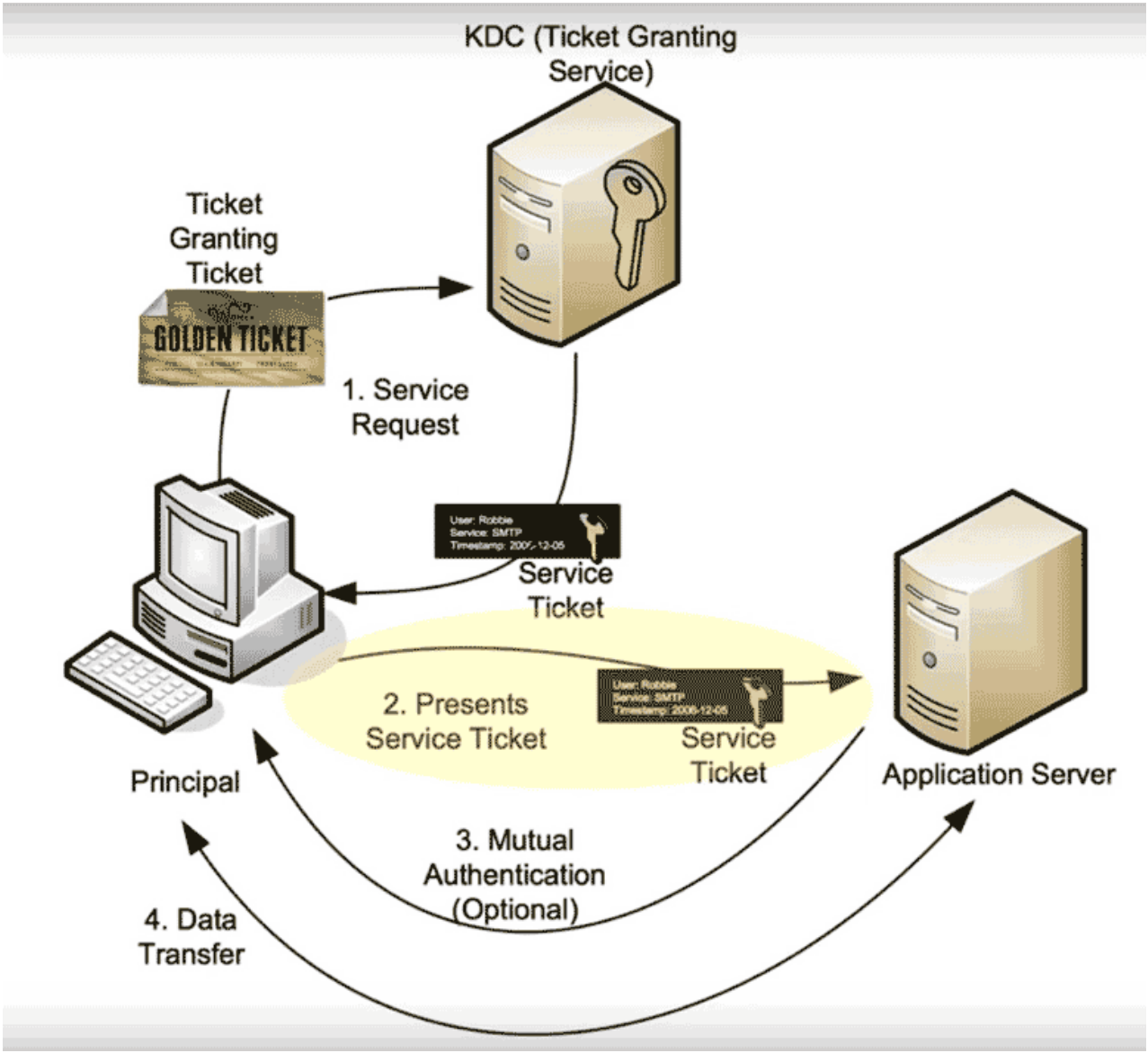
AS-REQ от mimikatz



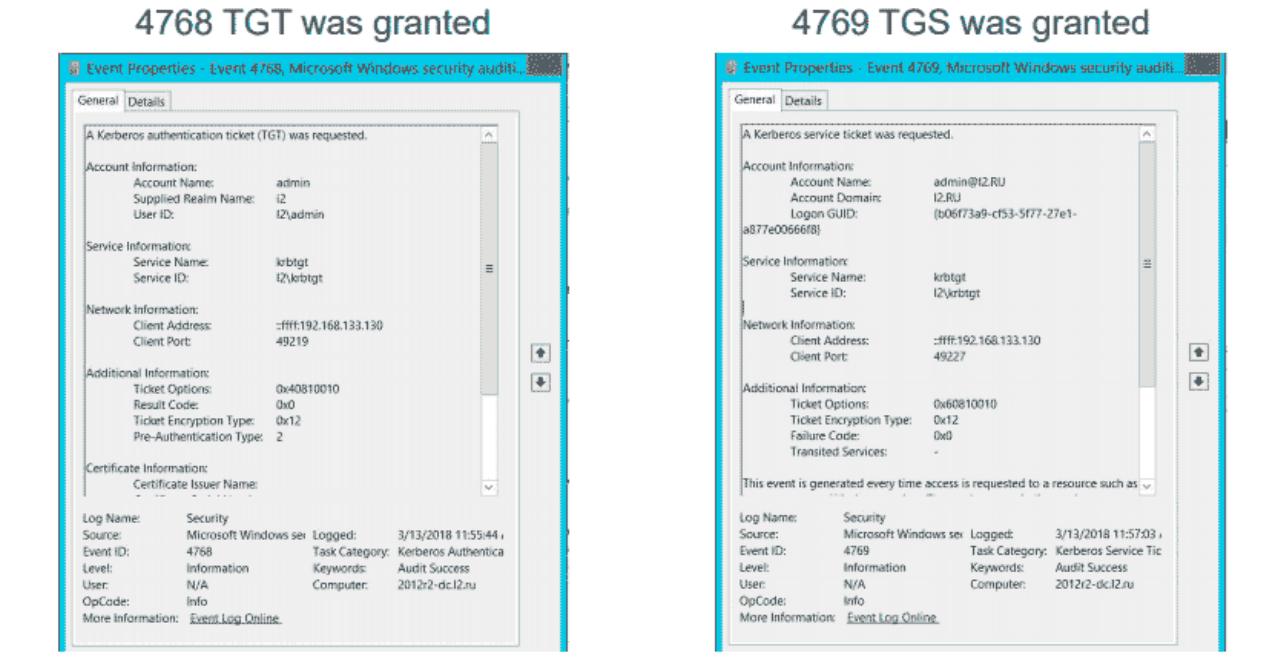
В трафике наблюдается еще одно отличие из-за особенностей mimikatz. Оно основано на разнице набора шифров в легитимном домене и том, что отправляет mimikatz.

Golden Ticket

Что атакующий может сделать, если у него есть хеш пароля специальной учетной записи, которая называется krbtgt? Ранее мы рассматривали случай, когда пользователь мог быть непривилегированным. Сейчас мы рассматриваем пользователя, хешем пароля которого подписываются абсолютно все билеты на получение других билетов (TGT). Соответственно, злоумышленник больше не обращается к Key Distribution Center, он сам у себя генерирует этот билет, поскольку Golden Ticket, по сути, и есть TGT. Затем он уже может отправлять запросы на аутентификацию на любом сервисе внутри AD, причем на неограниченное время. В итоге он беспрепятственно обращается к этому ресурсу — Golden Ticket неспроста называется золотым.



Как детектить по событиям. Существует событие 4768, говорящее о том, что был выдан TGT, и событие 4769, говорящее о том, что был выдан сервисный билет, который необходим для аутентификации на каком-то сервисе внутри AD.



Здесь мы можем играть на разнице: так как при атаке Golden Ticket не запрашивает TGT у контроллера домена (он генерирует его самостоятельно), а TGS ему запрашивать необходимо, то, если мы обнаруживаем разницу в полученных TGT и TGS, можем предположить, что происходит атака Golden Ticket.

> В MaxPatrol SIEM с использованием табличных списков, в которых мы логируем все выданные TGT и TGS, нам удалось реализовать такой детект.

Стадия 3. Эксплуатация

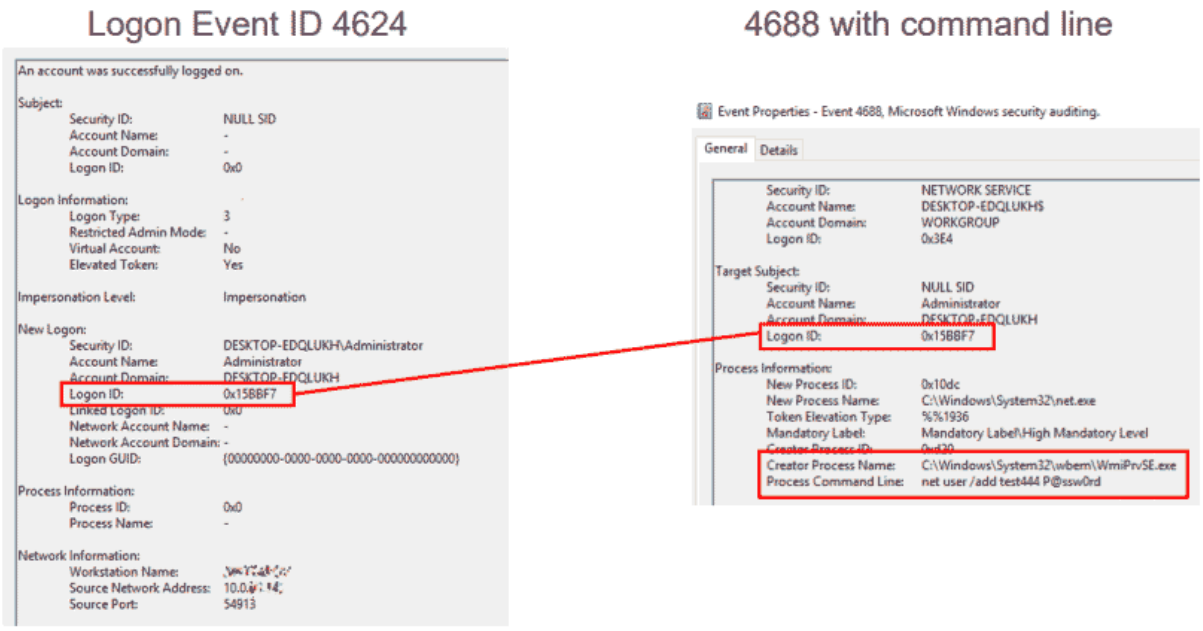
После того как задача аутентификации и авторизации на желаемых хостах решена, атакующий может приступить к выполнению задач удаленно.

WMI Remote Execution

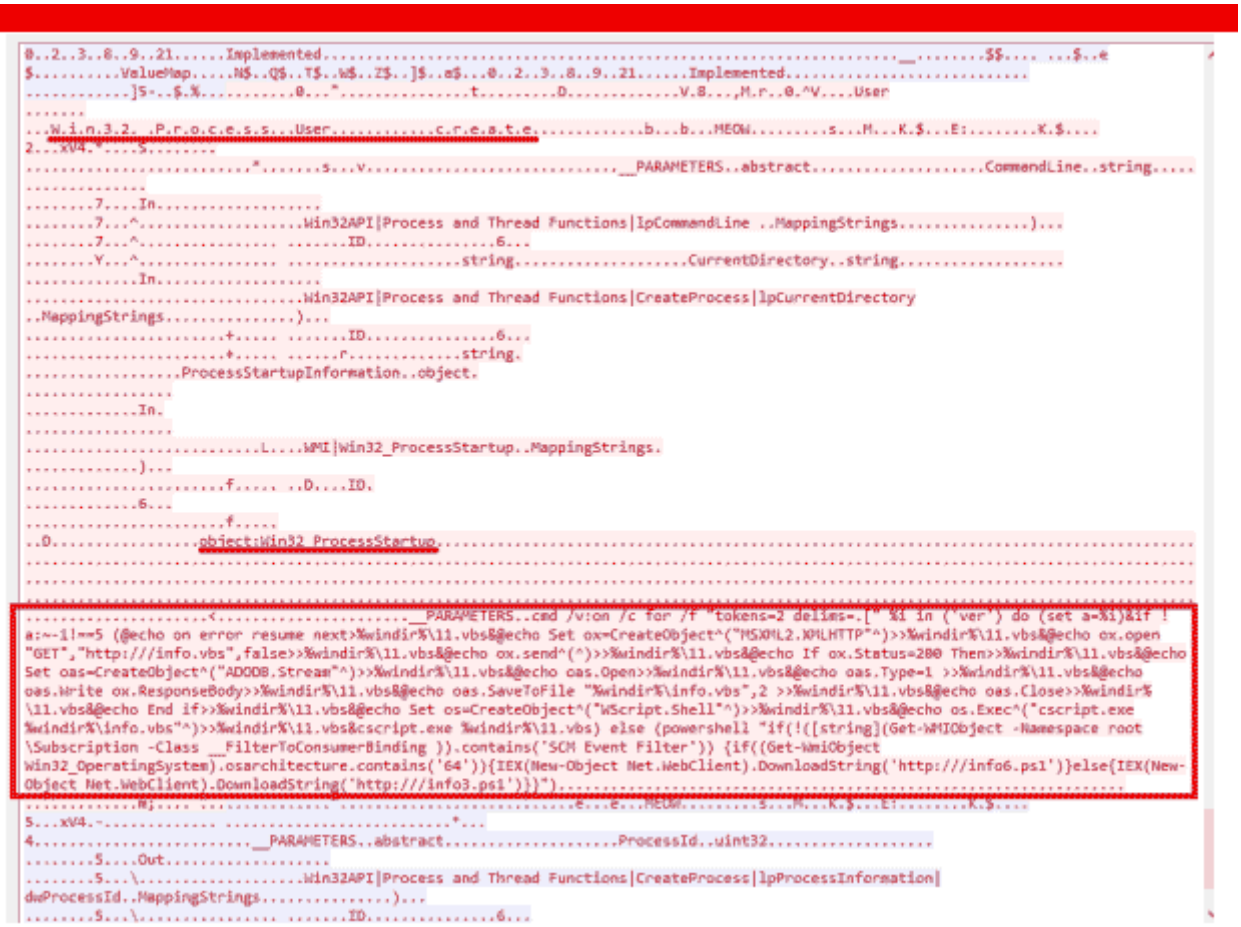
WMI — встроенный механизм для удаленного исполнения, он отлично подходит для задач злоумышленника. Последние несколько лет в тренде понятие living off the land («жить с земли»), что означает пользоваться встроенными в Windows механизмами. В первую очередь потому, что позволяет маскироваться под легитимную активность.

На скриншоте — использование встроенной утилиты wmic. Ей указывается адрес хоста, к которому нужно подключиться, учетные данные, оператор process call create и команда, которую необходимо выполнить на удаленном хосте.

Как детектить атаку. По связке событий удаленного логона 4624 (обрати внимание на Logon ID) и событию 4688, говорящему о запуске процесса с command line. 4688 — можно увидеть, что родитель запускаемого процесса — WmiPrvSE.exe, специальный сервисный процесс WMI, который используется для удаленного администрирования. Видна команда, которую мы отправляли net user /add, и Logon ID совпадает с событием 4624. Соответственно, мы можем совершенно точно сказать, с какого хоста запущена данная команда.



Детект по трафику. Здесь мы явно видим характерные слова Win32 process create, а также command line, которая отправляется на запуск. На скриншоте — недавно встреченная нами малварь, которая распространялась в виртуальных сетях по принципу, схожему с WannaCry, только вместо шифрования файлов она устанавливала майнер. Малварь несла с собой mimikatz и EthernalBlue, она дампила учетки, с их помощью логинилась на все те хосты, до которых могла дотянуться по сети. С помощью WMI она запускала на них PowerShell, скачивала PowerShell payload, который опять же содержал в себе mimikatz, EthernalBlue и майнер. Таким образом получалась цепная реакция.



Рекомендации к стадиям 1-3

1. Сложные и длинные (>25 символов) пароли для сервисных учетных записей. Это не оставит злоумышленнику шанса провести атаку Kerberoasting, так как брутить придется очень долго.
2. Логирование PowerShell. Поможет обнаружить использование многих современных инструментов для атак на AD.
3. Переезд на Windows 10, Windows Server 2016. Microsoft создала Credential Guard: больше не удастся сдампить из памяти NTLM-хеши и билеты Kerberos.
4. Строгое разграничение ролей. Опасно сочетать в одной роли администратора AD, DC, всех серверов и рабочих машин.
5. Двойная смена пароля krbtgt (это та самая учетная запись, которой подписываются TGT-билеты). Каждый год. И после ухода администратора AD:
    - менять нужно дважды, так как хранится текущий и предыдущий пароль;
    - менять каждый год, а также после ухода доменного администратора. Даже если сеть уже скомпрометирована и злоумышленники выпустили Golden Ticket, изменение пароля делает этот Ticket бесполезным. И им снова нужно начинать все сначала.
6. Средства защиты с непрерывно обновляющейся экспертной базой знаний. Необходимо для обнаружения реальных актуальных атак.

Стадия 4. Захват домена

DCShadow

24 января 2018 года на конференции Microsoft BlueHat в Израиле Бенджамин Делпи и Венсан ле Ту (Vincent Le Toux) представили новый модуль mimikatz, который реализует атаку DCShadow. Суть атаки в том, что создается поддельный контроллер домена, чтобы изменять и создавать новые объекты в AD через репликацию. Исследователям удалось выделить минимальный набор Kerberos SPN, необходимых для прохождения процесса репликации, — их требуется всего лишь два. Кроме того, они представили специальную функцию, которой можно запускать репликацию контроллеров принудительно. Авторы данной атаки на Active Directory позиционируют ее как атаку, которая сделает твой SIEM слепым. Так как поддельный контроллер домена не отправляет события в SIEM, это значит, что злоумышленники могут творить темные дела с AD и SIEM об этом не узнает.

Схема атаки: на той системе, с которой производится атака, необходимо добавить два SPN, которые нужны, чтобы другие домен-контроллеры могли аутентифицироваться по Kerberos для репликации. Поскольку согласно спецификации контроллер домена представлен в базе AD объектом класса nTDSDSA, необходимо такой объект создать. И в завершение вызвать репликацию с помощью функции DRSReplicaAdd.

Как детектить атаку. Каким образом DCShadow выглядит в трафике. По трафику мы отчетливо видим добавление нового объекта в схему конфигурации типа домен-контроллер, а затем принудительный запуск репликации.

Как выглядит DCShadow в трафике

DRSUAPI	306 DsBind request
DRSUAPI	258 DsBind response
DRSUAPI	830 DsAddEntry request
DRSUAPI	258 DsAddEntry response
DRSUAPI	194 DsUnbind request
DRSUAPI	194 DsUnbind response
DRSUAPI	258 DsBind request
DRSUAPI	258 DsBind response
DRSUAPI	466 DRSUAPI_REPLICA_ADD request
DRSUAPI	434 DsReplicaUpdateRefs request
DRSUAPI	178 DsReplicaUpdateRefs response
DRSUAPI	178 DRSUAPI_REPLICA_ADD response
DRSUAPI	386 DRSUAPI_REPLICA_DEL request
DRSUAPI	178 DRSUAPI_REPLICA_DEL response
DRSUAPI	194 DsUnbind request
DRSUAPI	194 DsUnbind response

Modifying CN=Configuration (the nTDSA object)

Trigerring the replication

Хотя авторы атаки и говорят, что SIEM обнаружить ее не поможет, мы нашли способ, как можно дать понять службе ИБ, что в сети подозрительная активность.

Благодаря тому что наша корреляция знает список легитимных домен-контроллеров, она будет срабатывать, когда произойдет репликация с домен-контроллера, не входящего в этот белый список. Соответственно, подразделение ИБ может провести расследование и уже понять, это легитимный домен-контроллер, который добавила ИТ-служба, или атака DCShadow.

Заключение

Пример DCShadow показывает, что появляются новые векторы атак на предприятия. В этом океане ИБ-событий очень важно оставаться на гребне волны: смотреть дальше и двигаться быстро.

Еще по теме: Повышение привилегий в Windows