Guardant®

Система защиты от компьютерного пиратства

Эффективная
защита приложений

Урок 5.1: знакомство
с технологией загружаемого кода

Содержание

Общее описание технологии

Технология загружаемого кода состоит в том, что в электронный ключ можно поместить собственный специально подготовленный код и, далее, в процессе работы приложения исполнять его. Стойкость защиты, при условии грамотного подхода к реализации, может быть очень высока.

Основным (но не единственным) **методом** использования технологии загружаемого кода является загрузка в электронный ключ уникального алгоритма, специально созданного разработчиком, на базе которого он может реализовать эффективную защиту приложения (к примеру, некоторого алгоритма принятия решений или преобразования данных), отсутствие которого ограничивает функциональные возможности приложения.

Данный подход, несмотря на свой потенциал, требует значительного внимания при выборе кода для загрузки в ключ и реализации механизмов защиты.

В рамках **данного урока** будут приведены некоторые рекомендации к выбору защищаемого участка кода и требования к загружаемому коду, а также на элементарном примере будут рассмотрены действия, необходимые для загрузки кода в ключ.

Выбор загружаемого кода

При выборе загружаемого кода рекомендуется следовать **требованиям к загружаемому коду**, изложенным во 2-й части Руководства пользователя:

- Требования **к безопасности** касаются сложности анализа загружаемого кода по принципу черного ящика, а также отсутствии его в предыдущих версиях защищаемого приложения
- Требования **к производительности** говорят об ограниченном быстродействии микропроцессора электронного ключа, а также интерфейса ключа с защищенным приложением
- Требования **к реализуемости** определяют наличие или отсутствие в коде отдельных конструкций и вызовов функций, пригодных для переноса в ключ

При разработке загружаемого кода имеют место следующие **ограничения**:

- Производительность микропроцессора ключа Guardant Code составляет порядка 1.25 DMIPS. Этого в подавляющем большинстве случаев достаточно для периодического выполнения криптографических операций, обработки или анализа небольших объемов данных.
- Наибольшая задержка происходит в момент обращения к электронному ключу, вследствие шифрования канала обмена. Т. о., интерфейс между драйвером и ключом является «узким местом» в процедуре обмена данными ключа и приложения.
- Максимальный объем загружаемого кода составляет 128 или 352 Кб (в зависимости от характеристик ключа)
- В оперативной памяти ключа можно сохранять до 20 Кб временных данных, используемых загружаемым кодом и сохраняемых между его вызовами (точный объем зависит от выбранного способа использования оперативной памяти электронного ключа загружаемым кодом)
- Данные, сохранение которых происходит на длительный срок, в т.ч. на время отсоединения ключа от USB порта, рекомендуется располагать в энергонезависимой памяти ключа в защищенных ячейках. Объем таких данных ограничивается только объемом EEPROM ключа, и может достигать 4 Кб.

В электронный ключ рекомендуется помещать код, без которого работа защищенного приложения невозможна, либо бессмысленна, при этом сложность анализа загружаемого кода по принципу черного ящика должна быть не ниже сложности написания аналогичного кода.

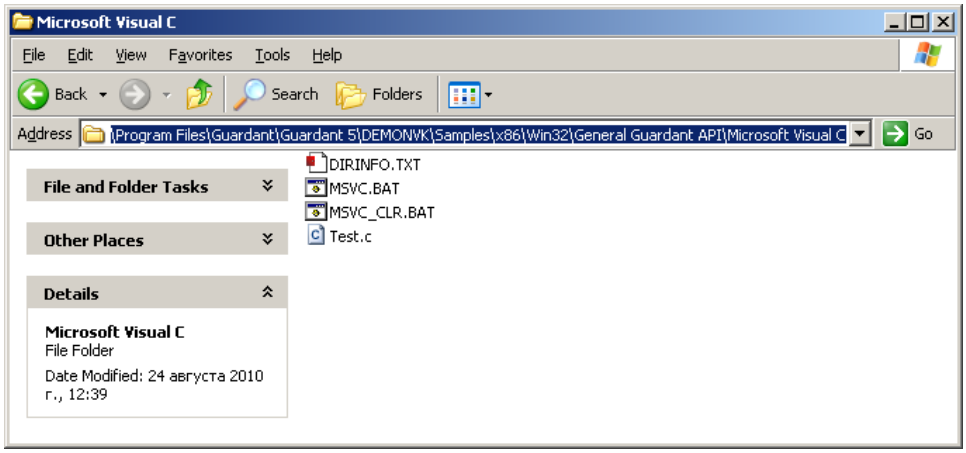
Стойкость загружаемого кода к анализу может быть значительно повышена при использовании криптографических алгоритмов и другой функциональности ключа. Для этого используется библиотека **Guardant Code API**.

Загрузка кода в ключ

Шаг 1. Выбор объекта и метода защиты

Первое на чем необходимо остановиться – это выбрать, какую функциональность приложения будем защищать с помощью загружаемого кода.

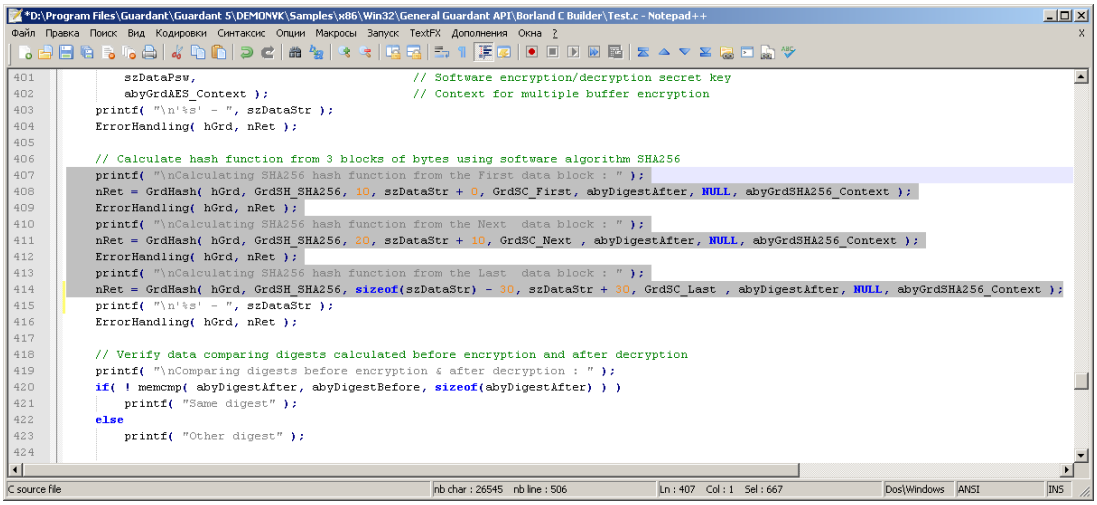
Рассмотрим один из стандартных примеров использования Guardant API - General Guardant API для платформы Microsoft Visual C. Он доступен в составе комплекта разработчика Guardant и находится в директории **...\Samples\x86\Win32\General Guardant API\Microsoft Visual C**:



В **демонстрационных целях** реализуем в ключе и в защищаемом приложении один и тот же алгоритм преобразования данных.

Шаг 2. Выбор кода для помещения в ключ

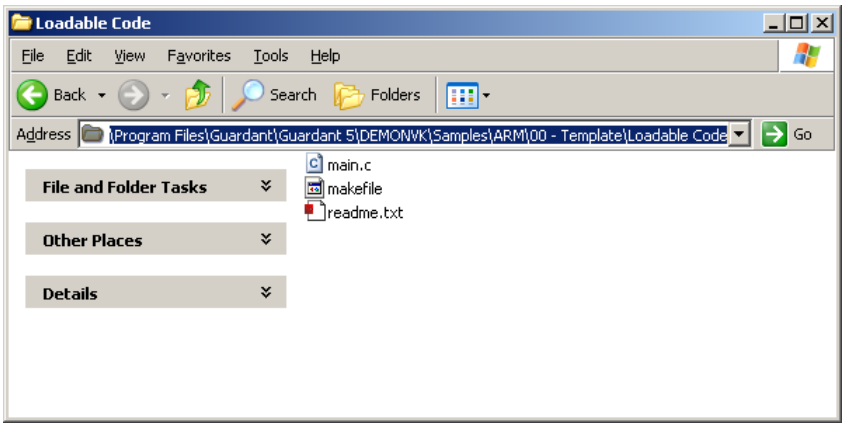
В примере содержится образец подсчета SHA256.



Предположим, что в защищаемое приложение подразумевает обмен зашифрованными сообщениями. Разработаем и загрузим в ключ тривиальный алгоритм получения сессионного ключа шифрования пользователя из его текущего пароля и случайного числа с использованием упомянутого алгоритма хеширования SHA256.

Шаг 3. Подготовка кода

В качестве шаблона проекта загружаемого кода будем использовать образец тривиального загружаемого кода из комплекта разработчика. Он находится в директории **...\Samples\ARM\00 - Template\Loadable Code**:



В тело функции **main** из буфера обмена необходимо поместить код, предназначенный для выполнения в ключе. Так как нам потребуется подсчет SHA256, возьмем образец вызова из защищаемого примера.

```
/**
	@file
	Loadable Code GCC Project template.

	Aktiv Co. / 2009
 */
#ifdef __ARM__
	#include <stdint.h>
	#define DBG(...)
#else
	#include <stdio.h>
	#include <windows.h>
	#define DBG printf
#endif

#include "GrdAPI.h"
#include "GcaAPI.h"

// In case of unified In-Out buffer:
extern BYTE iodata[] ALIGNED;

// In case of parted In and Out buffers:
//extern BYTE idata[] ALIGNED;
//extern BYTE odata[] ALIGNED;

DWORD main(DWORD dwInDataLng, DWORD dwOutDataLng, DWORD dwP1)
{
	nRet = GrdHash( hGrd, GrdSH_SHA256, 10, szDataStr + 0, GrdSC_First, abyDigestAfter,
		NULL, abyGrdSHA256_Context );
	ErrorHandling( hGrd, nRet );
	return dwP1;
}
```

Далее, в код необходимо внести ряд изменений (ориентируясь, в числе прочего, на **требования по реализуемости**):

- Удалить вызовы внешних по отношению к загружаемому коду функций
- Заменить вызовы внешнего Guardant API на соответствующие им вызовы внутреннего Guardant Code API
- Изменить фактические параметры функций так, чтобы они обращались к внутренней памяти электронного ключа

Пусть пароль пользователя передается во входном буфере, размер строки определяется параметром dwP1. Получаемый сессионный ключ будем передавать в выходном буфере; его размер фиксирован и равен 32 байтам. **Случайное число**, используемое для генерации сессионного ключа, будем получать внутри ключа, при помощи вызова функции **GccaGetRandom()** внутреннего Guardant Code API.

В данном примере входной и выходной буферы совпадают, однако, при необходимости, они могут использоваться отдельно.

В результате загружаемый код должен приобрести следующий вид:

```
/**
	@file
	Loadable Code GCC Project template.

	Aktiv Co. / 2009
 */

#include <stdint.h>
#include "GrdAPI.h"
#include "GcaAPI.h"

// In case of unified In-Out buffer:
extern BYTE iodata[] ALIGNED;

DWORD main(DWORD dwInDataLng, DWORD dwOutDataLng, DWORD dwP1)
{
	BYTE pbyRand[4];

	GccaGetRandom(0, &pbyRand[0]);
	GccaGetRandom(0, &pbyRand[1]);
	GccaGetRandom(0, &pbyRand[2]);
	GccaGetRandom(0, &pbyRand[3]);

	memcpy(iodata+dwP1, pbyRand, 4);
	GccaHash(NULL, GrdSH_SHA256, dwP1+4, iodata, GrdSC_All, iodata, NULL, NULL);

	return *(DWORD*)pbyRand;
}
```

Полученное случайное число может использоваться в процедурах аутентификации или должно быть передано собеседнику любым другим способом (к примеру, вместе с зашифрованным сообщением).

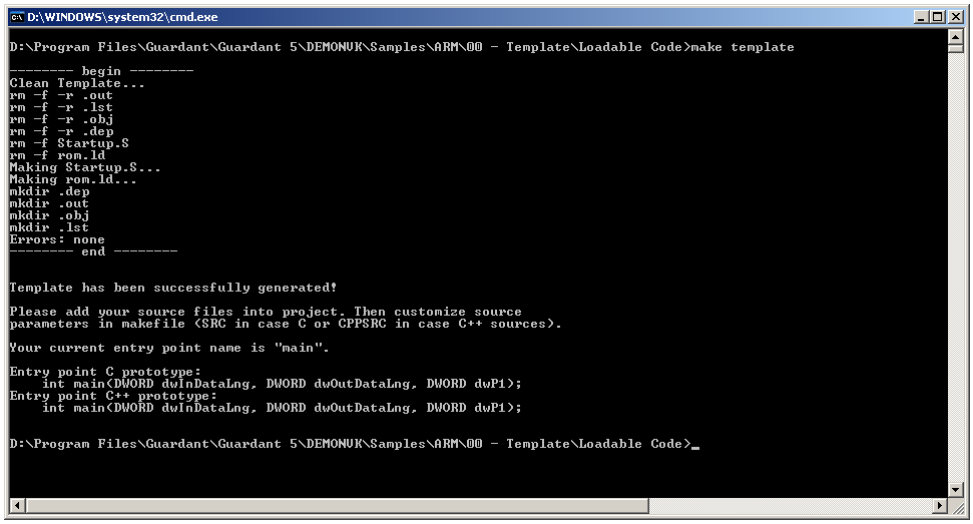
В случае использования ключей **Guardant Code Time** вместо случайного числа целесообразно было бы использовать значение таймера ключа с точностью, к примеру, до нескольких минут. В этом случае его можно не передавать.

Аналогичным образом может быть реализована любая другая, более сложная схема генерации сессионного ключа, а также функциональность для аутентификации пользователя.

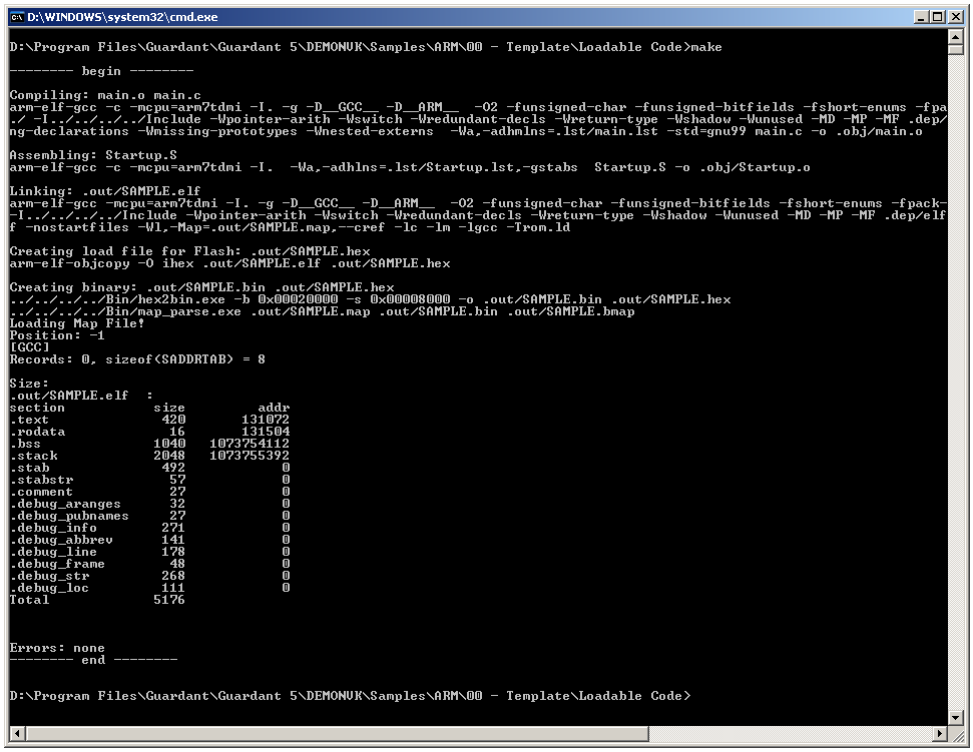
Преимуществом выбора для загрузки в ключ такого кода является отсутствие простых зависимостей между входным и выходным буферами и, как следствие, высокая сложность анализа кода по принципу черного ящика. Из **недостатков** можно выделить отсутствие привязки к определителям аппаратных алгоритмов, размещаемых в EEPROM ключа (таким образом, защита будет основана только на неизвестности использованного алгоритма преобразования данных, о котором, в свою очередь, можно догадаться, анализируя логику работы защищенного приложения).

Шаг 4. Сборка загружаемого кода

Перед компиляцией загружаемого кода необходимо выполнить настройку окружения. Для этого в командной строке из директории, содержащей исправленный образец загружаемого кода, командой **make template** запустим процесс подготовки шаблона:



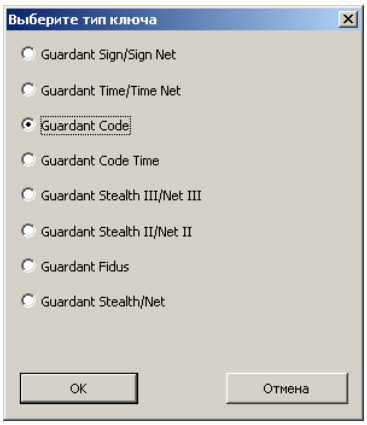
Далее следует непосредственно сборка загружаемого кода командой **make**:



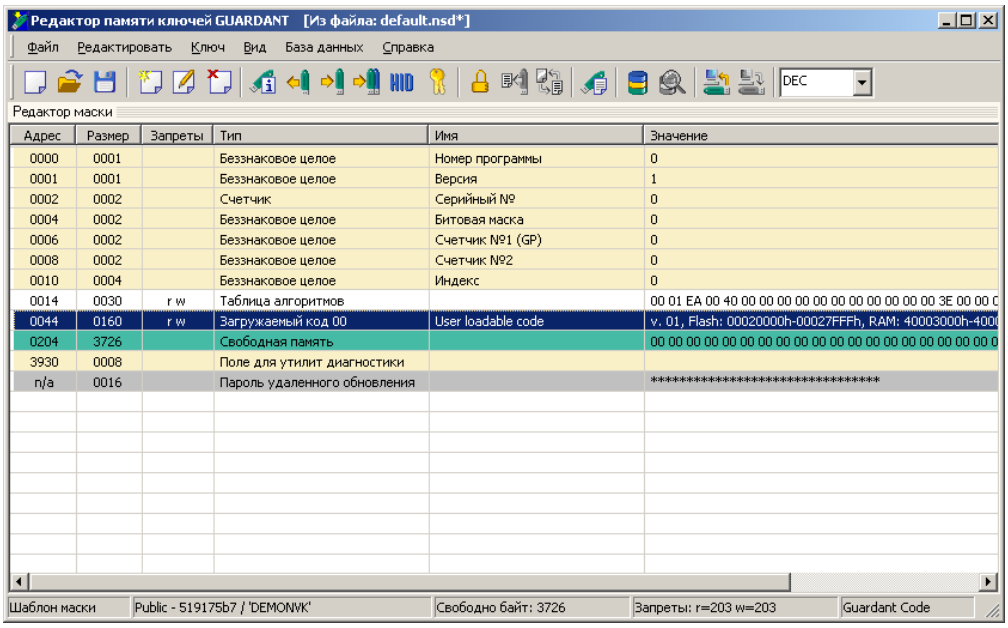
Теперь код скомпилирован и готов к загрузке в электронный ключ.

Шаг 5. Подготовка маски ключа

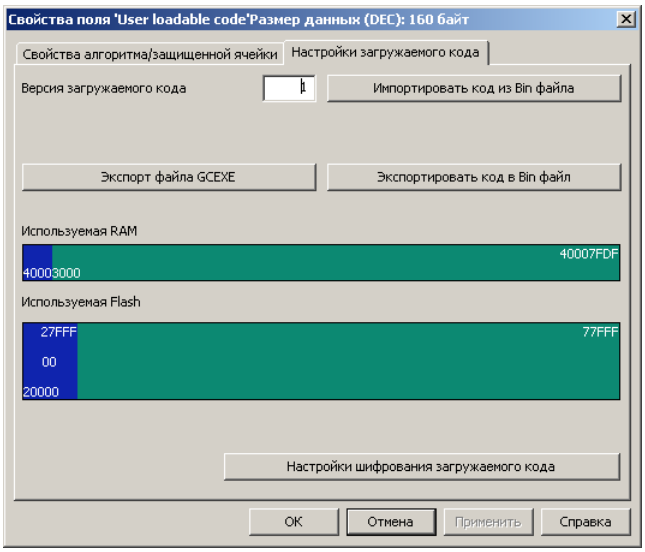
При помощи утилиты программирования ключей **GrdUtil.exe** необходимо создать **стандартную маску для ключа Guardant Code**:



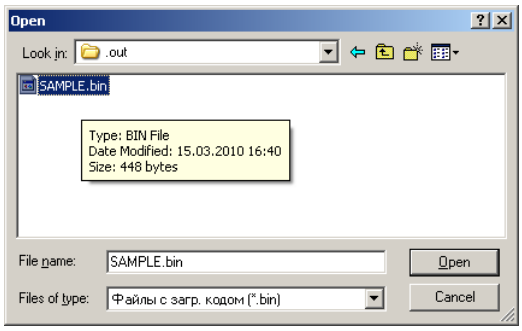
В ней уже содержится умолчательный код, реализующий перемножение двух чисел. Заменим его нашим кодом подсчета SHA256:



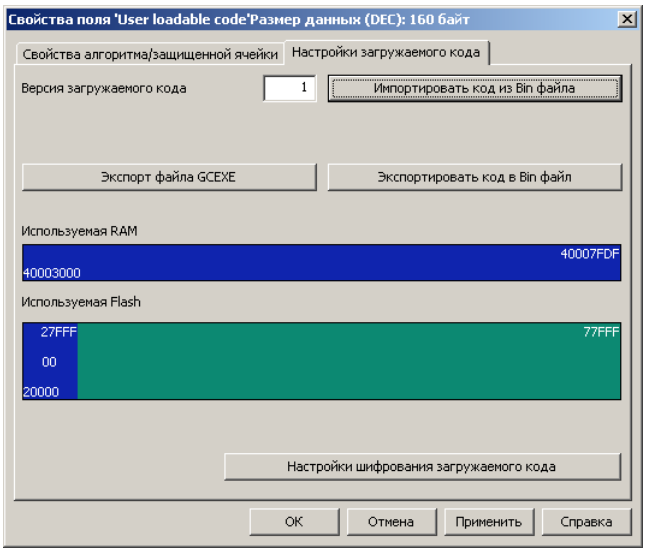
Для этого в параметрах дескриптора находим вкладку **Настройки загружаемого кода**:



..**импортируем загружаемый код** из созданного на Шаге 4 **bin**-файла:

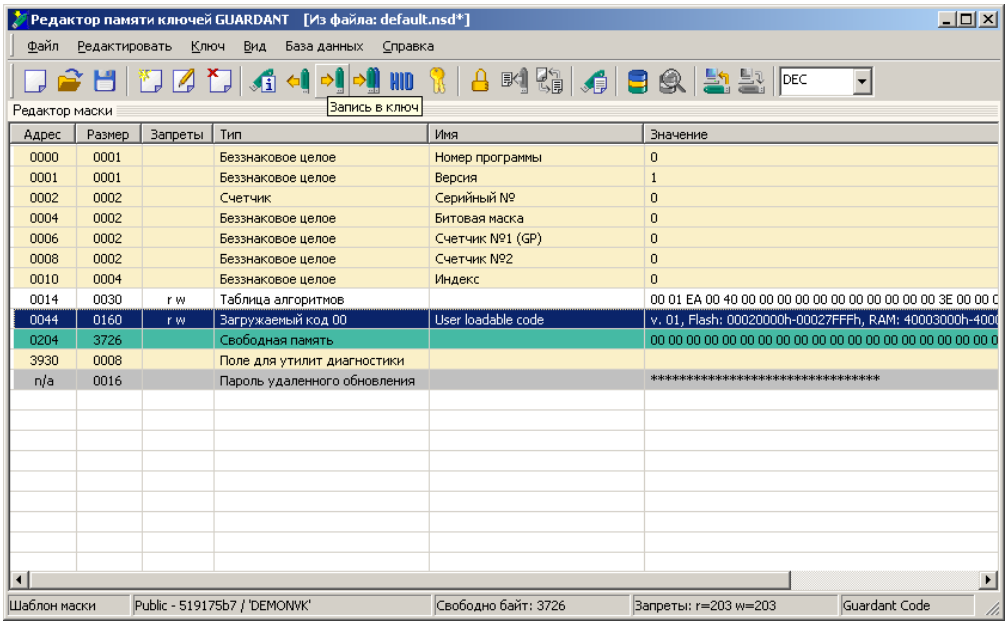


..закрываем окно свойств и нажимаем на кнопку **OK**:



Шаг 6. Запись маски с загружаемым кодом в ключ

Для **записи маски** в ключ воспользуемся соответствующим элементом панели инструментов. При записи маски произойдет также загрузка кода, добавленного в маску:



Шаг 7. Вызов загружаемого кода из приложения

Вернемся к защищаемому приложению (напомним, что это стандартный пример Guardant General API для Microsoft Visual C). Для наглядности оставим в примере код вызова только необходимых в данном случае функций (т. е., код блока инициализации, логина в ключ и подсчета SHA256).

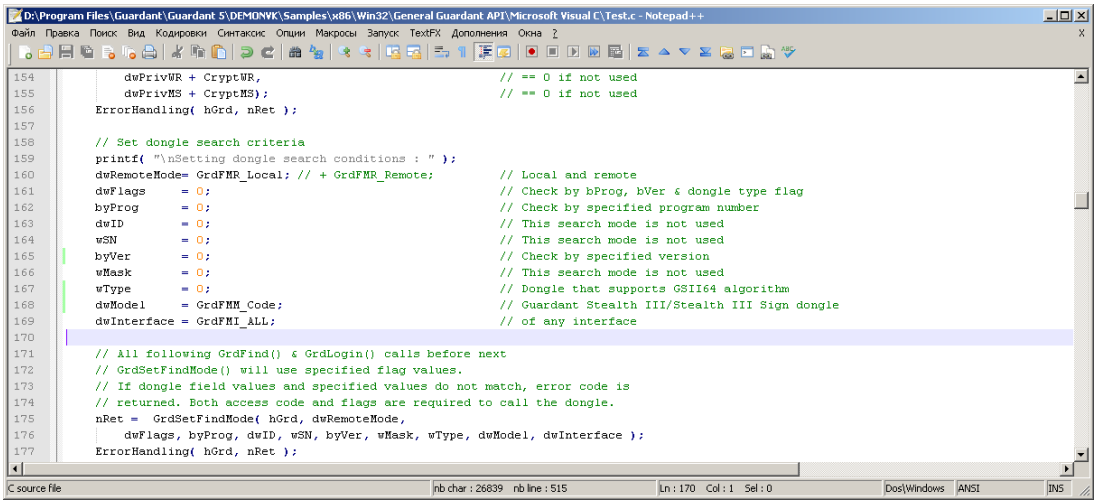
Добавим в пример вызов загружаемого кода – т.е., функцию **GrdCodeRun()** с нужными параметрами (подробнее см. документацию по Guardant API):

```
// Calculate hash from username and random using Guardant Code dongle
memset(szDataStr, sizeof(szDataStr), 0);
strcpy(szDataStr, "User");

printf( "\nCalculate hash from username and random using Guardant Code dongle: " );
nRet = GrdCodeRun( hGrd, 0x0000, strlen(szDataStr), &dwRand, 32, abyDigestAfter,
                              strlen(szDataStr), szDataStr, NULL);
ErrorHandling( hGrd, nRet );
printf( "\nSession key obtained: %s", abyDigestAfter );

// Calculate hash from username and random without dongle
memset(szDataStr, sizeof(szDataStr), 0);
strcpy(szDataStr, "User");
dwLength = strlen(szDataStr);
memcpy(szDataStr+dwLength, (BYTE*)&dwRand, 4);

printf( "\nCalculate hash from username and random without dongle: " );
nRet = GrdHash( hGrd, GrdSH_SHA256, dwLength+4, szDataStr, GrdSC_All, abyDigestAfter,
                              NULL, abyGrdSHA256_Context );
ErrorHandling( hGrd, nRet );
printf( "\nSession key obtained: %s", abyDigestAfter );

printf( "\nRandom used: 0x%x", dwRand );
```

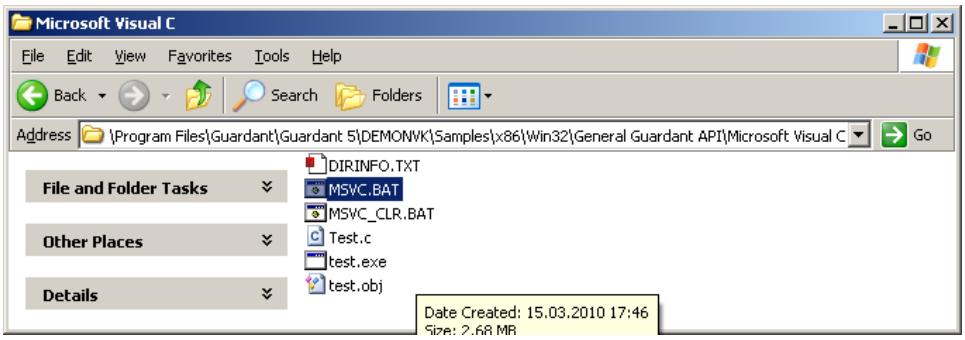
Для проверки корректности работы примера следом расположим аналогичный алгоритм получения сессионного ключа. Он использует то же самое случайное число (сгенерированное внутри электронного ключа).

Шаг 8. Установка параметров поиска ключа. Сборка примера

Чтобы при старте приложения ключ Guardant Code с загруженным кодом был найден и корректно инициализирован, в коде примера необходимо указать параметры поиска ключа, а также коды доступа (если они отличны от демонстрационных):

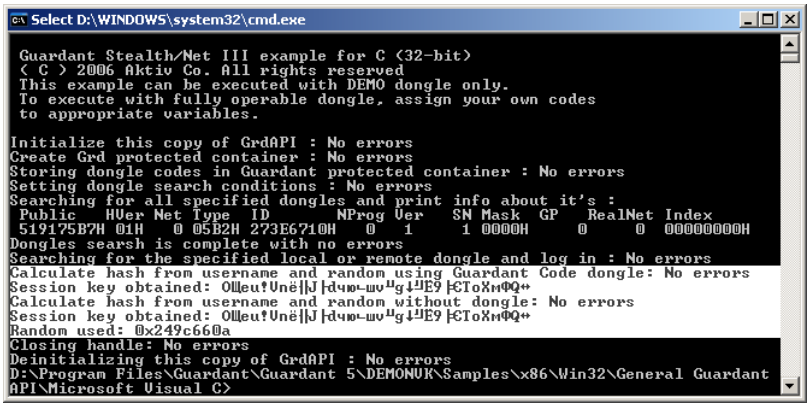


Сборка примера может производиться при помощи файла **msvc.bat** (требуется установленная MS Visual Studio 2Kx), или в любой другой среде разработки:



Контрольные испытания

Производим **контрольный вызов**. Легко видеть, что подсчитанное внутри ключа значение SHA256 корректно:



Отладка загружаемого кода

Отладка защищаемого приложения может производиться в среде разработки. Для этого в электронный ключ рекомендуется записать рабочую маску (для корректного выполнения обращений Guardant API из загружаемого кода). Помещение в ключ разрабатываемого загружаемого кода не требуется. Вместо него загружается **отладочный модуль**. В процессе отладки используется библиотека **GcaAPIdll.dll**.

Отладка происходит следующим образом:

- В ключ записывается **рабочая маска**, на место рабочего загружаемого кода в дескриптор типа Loadable Code помещается **отладочный модуль** (он загружается по-умолчанию, при создании очередного дескриптора типа Loadable Code)
- В настройках проекта загружаемого кода устанавливается использование библиотеки **GcaAPIdll.dll**: при компиляции использовать файл **GcaAPIdll.h** (вместо GcaAPIdll.h), в процессе линковки - **GcaAPIdll.lib**
- На входе в функцию **main** загружаемого кода добавить стандартный **блок инициализации** ключа (инициализацию Guardant API и логин в ключ), содержащий вызовы следующих функций: GrdStartup(), GrdCreateHandle(), GrdSetAccess Codes(), GrdLogin()
- Добавить после блока инициализации Guardant API вызов макроса инициализации отладочной библиотеки **DEBUGDLL_INIT(x,y)**: в качестве первого параметра передается созданный в результате вызова функции GrdCreateHandle() хендл, второй должен быть равен числовому имени дескриптора Loadable Code в маске ключа с **отладочным модулем**

В результате указанных действий при обращении к функциям внутреннего Guardant Code API вызовы будут автоматически перенаправлены в ключ при помощи отладочной библиотеки и отладочного модуля.

После завершения отладки загружаемого кода отладочный модуль в маске ключа должен быть заменен загружаемым кодом. Для этого необходимо открыть рабочую маску при помощи утилиты программирования ключей GrdUtil (к примеру, найти ее в БД прошивок) и импортировать скомпилированный загружаемый код, указав путь к соответствующему файлу .BIN в параметрах дескриптора типа Loadable Code.

Заключение

В данном уроке был рассмотрен набор требований и ограничений, имеющих место при работе с загружаемым кодом. Также был приведен порядок действий, необходимых для создания, отладки и загрузки кода в электронный ключ Guardant Code.

Возможность исполнения собственного кода на доверенном отчуждаемом устройстве поднимает уровень защиты ПО от анализа, несанкционированного использования, анализа и модификации на качественно новый уровень – конечно, при условии соблюдения требований, изложенных в данном уроке и документации Guardant.

Стоит также понимать, что описанная технология не подразумевает извлечение части кода приложения и перенос его в ключ «как есть». Такой подход, во-первых, в «чистом» виде невозможен, так как исполняемый в ключе **Guardant Code** код не может иметь внешних зависимостей. Во-вторых, в подавляющем большинстве случаев, он просто не имеет смысла из-за того, что извлеченный участок кода приложения часто не удовлетворяет требованиям по безопасности (в т.ч. по сложности его анализа) и не может обеспечить стойкость защиты приложения в целом.

Дополнительные источники информации

При возникновении вопросов, на которые вам не удалось найти ответа в этом пособии, рекомендуем обратиться к следующим дополнительным источникам информации:

WWW: http://www.guardant.ru

Web-сайт разработчика содержит большой объем справочной информации об электронных ключах Guardant.

Служба технической поддержки:

e-mail: hotline@guardant.ru
тел. +7(495)925-77-90