PE LINKER

Лабораторная работа №6

COFF - ФОРМАТ

- **Common Object File Format -** стандартный формат объектного файла
- Некоторые поля файла имеют восьмеричный формат
- COFF-формат был сам по себе неплохой отправной точкой, но нуждался в расширении, чтобы удовлетворить потребностям новых операционных систем, таких как Windows NT или Windows 98. Результатом такого усовершенствования явился PE-формат

PORTABLE EXECUTABLE - ПЕРЕНОСИМЫЙ ИСПОЛНЯЕМЫЙ

- Это формат исполняемых файлов, объектного кода и динамических библиотек, используемый в 32- и 64-битных версиях операционной системы Microsoft Windows.
- Формат PE представляет собой структуру данных, содержащую всю информацию, необходимую PE загрузчику для проецирования файла в память.
- PE-файл состоит из заголовка и некоторого набора секций, количество и размер которых зависит от информации, содержащейся в заголовке.

COFF И PE. В ЧЕМ РАЗЛИЧИЕ?

- Компоновщик не превращает объектный файл в исполняемый, а создаёт загрузочный модуль на основе информации, содержащейся в одном или нескольких объектных модулях.
- Другими словами, объектный и исполняемый файлы - это два совершенно разных файла, хотя и содержащие значительный объем одинаковой информации.

Форматы исполняемых файлов							
Windows, DOS, OS/2	.COM	.EXE(MZ/NE/LE/LX/PE)					
Unix	a.out	COFF	ECOFF	ELF	Mach-O	SOM	XCOFF
Прочие	Intel HEX	PEF	SREC				

1.НАПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

```
.386
.model flat,stdcall
.data
extrn GetLongPathNameA: dword
extrn MessageBoxA: dword
extrn ExitProcess: dword
.code
_start:
        push offset lpszShortPath
        push offset cchBuffer
        push offset lpszLongPath
        call   GetLongPathNameA
        push 40h
        push offset lpszShortPath
        push offset cchBuffer
        push offset lpszLongPath
        push 0
        call   MessageBoxA
        push 0
        call   ExitProcess

end _start
```

обязательно должна использоваться модель памяти FLAT (плоская бессегментная модель).

все внешние функции (в данном случае - функции API) необходимо объявлять с помощью директивы:
extrn <имя функции>: dword

имена функций чувствительны к регистру символов!!!
адрес загрузки брать из задания!

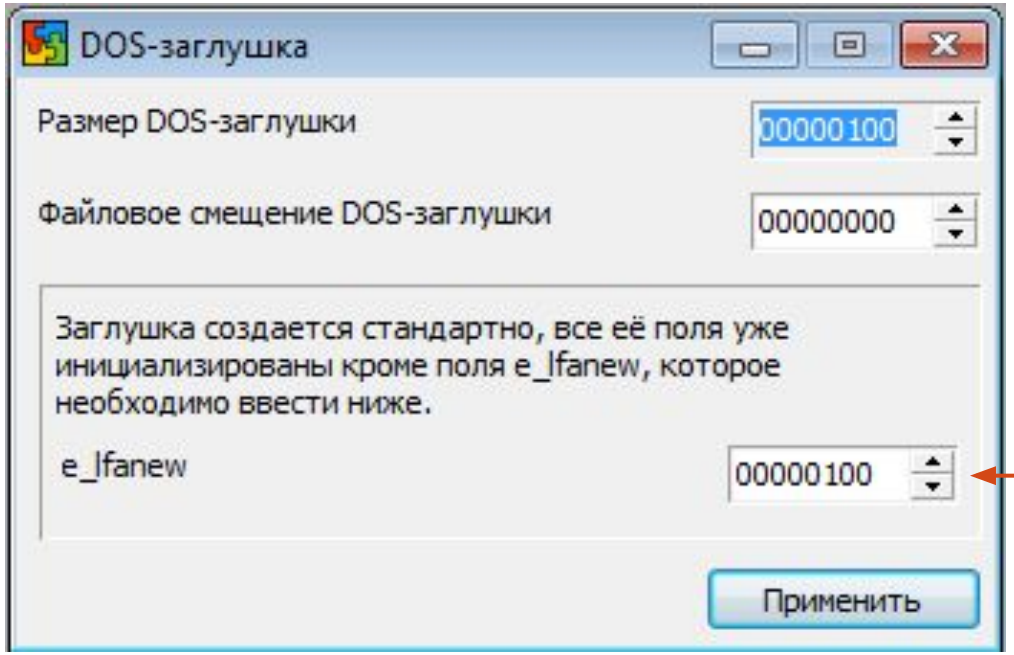
После написания программы её необходимо откомпилировать с помощью команды:

ml/coff /c <имя файла>

2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА PE-ФАЙЛА

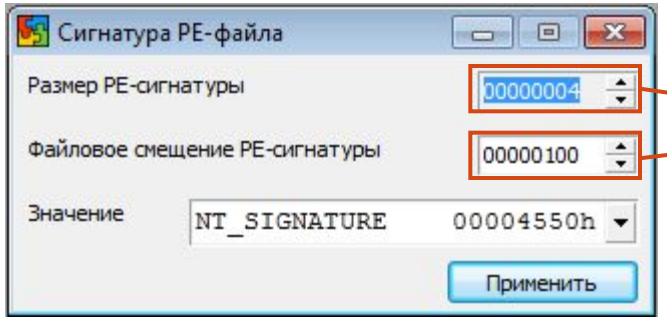
- Как и в других исполняемых форматах от Microsoft, заголовок не находится в самом начале файла. Вместо этого несколько сотен первых байтов типичного PE-файла заняты под *заглушку DOS.*
- Эта заглушка представляет собой минимальную DOS-программу, которая выводит что-либо вроде: "Эта программа не может быть запущена под DOS".
- Все это предусматривает случай, когда пользователь запускает программу Win32 в среде, которая не поддерживает Win32, получая при этом приведенное выше сообщение об ошибке.

2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА РЕ-ФАЙЛА



первый байт отображения файла соответствует первому байту заглушки DOS.
настоящий заголовок можно обнаружить, найдя его стартовое смещение, которое хранится в заголовке DOS.

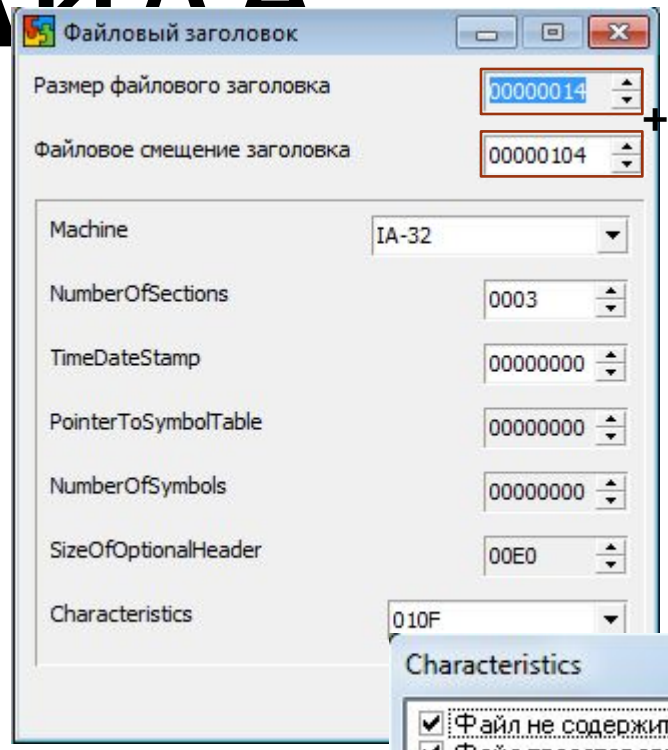
2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА PE-ФАЙЛА



+= Файловое смещение заголовка

Поле Signature (сигнатура - подпись), представленное как ASCII код, - это PE00 (два нулевых байта после PE).

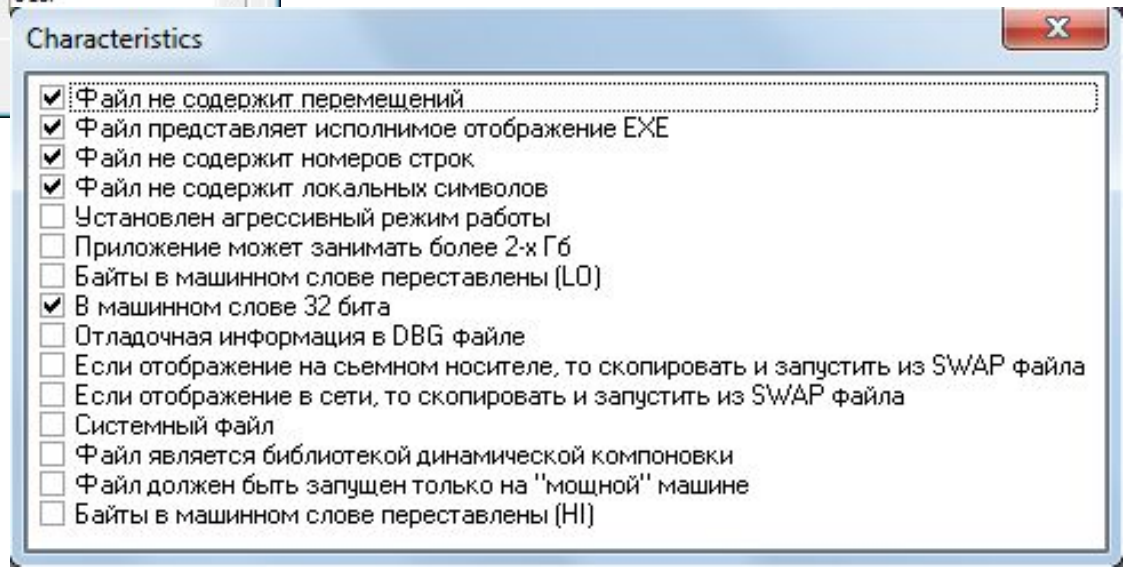
2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА PE-ФАЙЛА



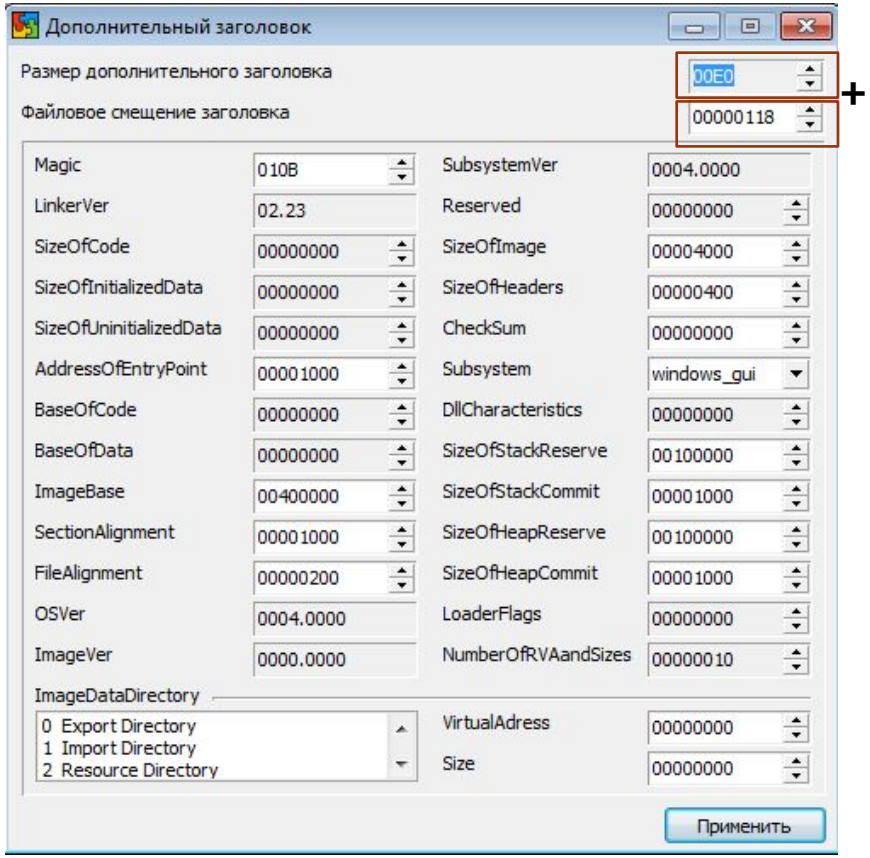
+= Файловое смещение дополнительного заголовка

NumberOfSections – кол-во секций = 3 (кода,данных,импорта)

TimeDateStamp –время создания файла (по-умолчанию = 0)



2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА РЕ-ФАЙЛА



+=Файловое смещение таблицы секций

ImageBase – адрес загрузки (см.шаг 1)

Magic - слово-сигна-тура, определяющее состояние отображе-нного файла(**010b**-исполняемое отобра-жение). Для 64 разрядной системы равно **020b.**

2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА РЕ-ФАЙЛА

AddressOfEntryPoint = 1000 (входная точка главного потока = **RVA** данных секции кода(**.text**)

SectionAlignment ≥ 1000 (**const** Кратность выравнивания секций в памяти = размер страницы)

FileAlignment ≥ 200 (**const** Кратность выравнивания секций на диске = размер сектора винчестера)

SizeOfImage = **VirtualAddress**(последней скции) + **VirtualSize**(последней секции) = 3000+1000=4000

SizeOfHeaders = 400 (**const** = размер всех заголовков и таблицы секций)

2.СОЗДАНИЕ ЗАГОЛОВКА PE-ФАЙЛА

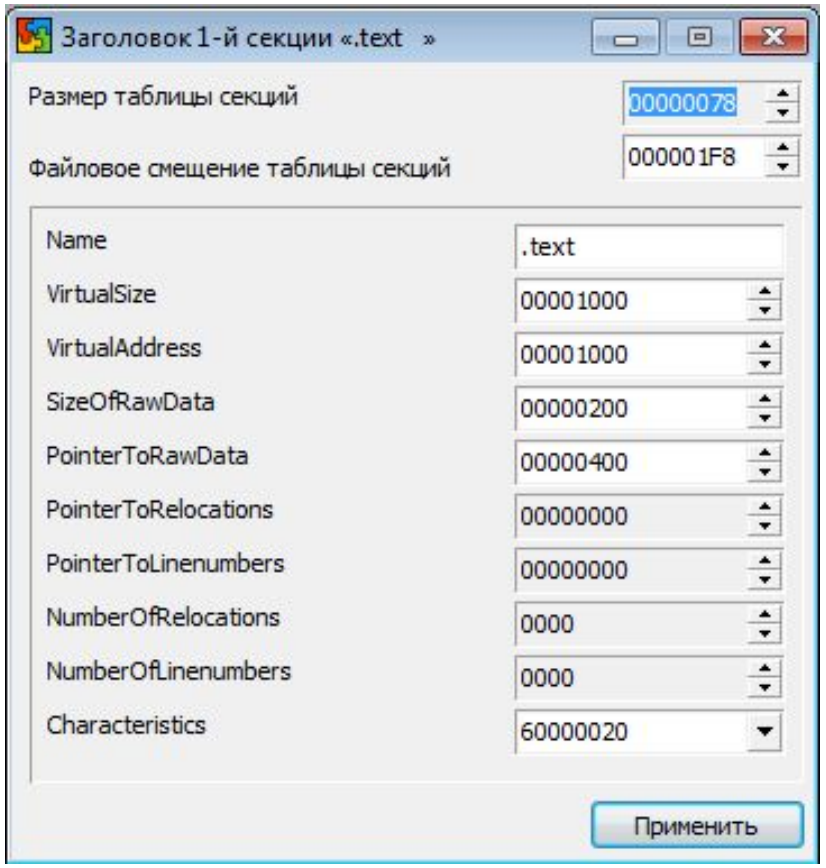
SizeOfStackReserve = 100000 (**const** = зарезервированный в вирт. пространстве объём для стека главного потока)

SizeOfStackCommit = 1000 (**const** = зарезервированный в пространстве физ. памяти объём для стека главного потока)

SizeOfHeapReserve = 100000 (**const** = зарезервированный объём для главного хипа)

SizeOfHeapCommit = 1000 (**const** = зарезервированный в пространстве физ. памяти объём для главного хипа)

3.СОЗДАНИЕ СЕКЦИЙ PE-ФАЙЛА



Name – название секции
VirtualSize = 1000 (вирт. размер секции)

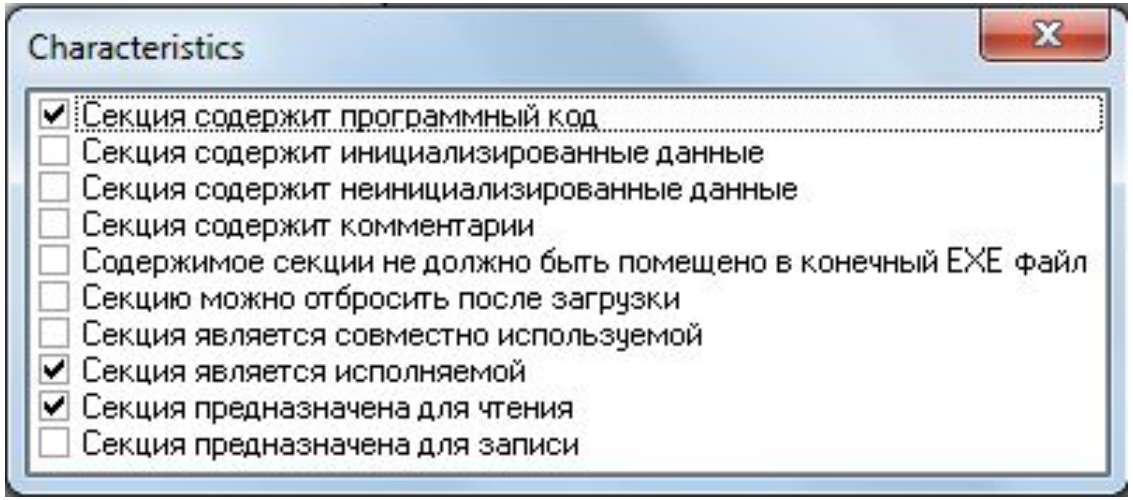
VirtualAddress = 1000 + **VirtualSize** * (номер секции -1) (адрес начала секции в памяти)

SizeOfRawData = 200 (физ. размер секции)

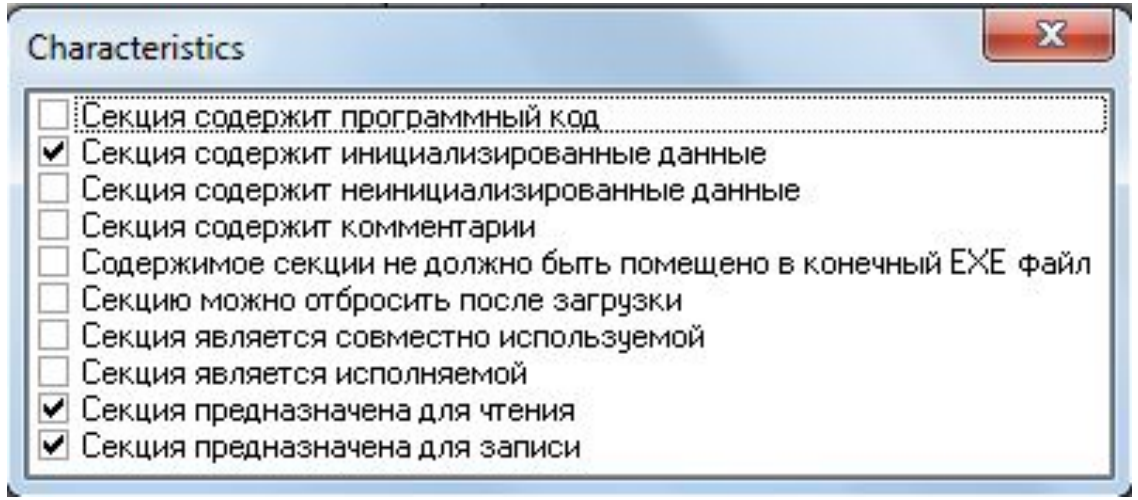
PointerToRawData = 400 + **SizeOfRowData** * номер секции (смещение относительно начала файла)

3.СОЗДАНИЕ СЕКЦИЙ PE-ФАЙЛА

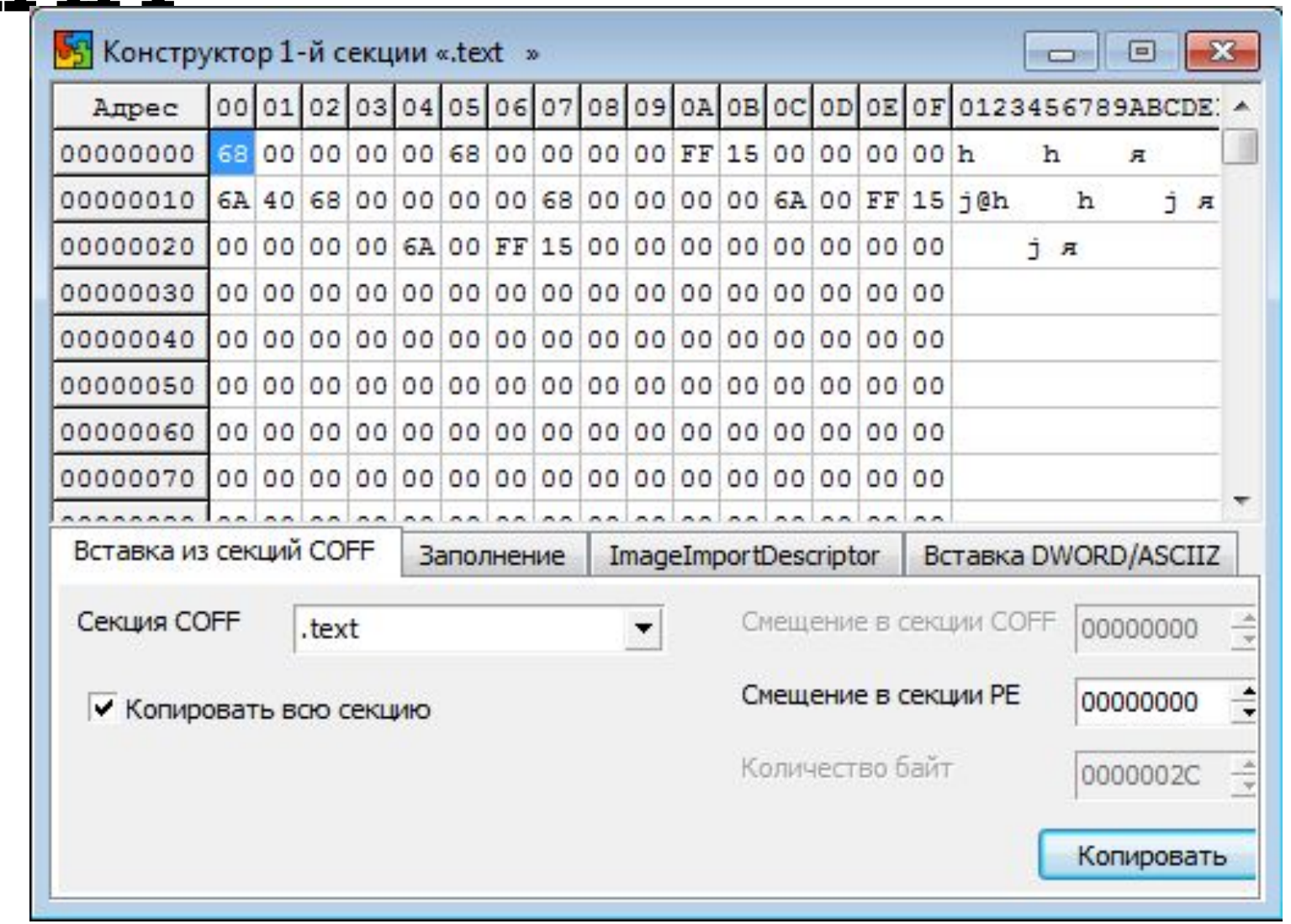
Для секции кода(**.text**)



Для секции данных(**.data** и **.idata**)



3.СОЗДАНИЕ СЕКЦИЙ PE-ФАЙЛА



3.СОЗДАНИЕ СЕКЦИЙ РЕ-ФАЙЛА

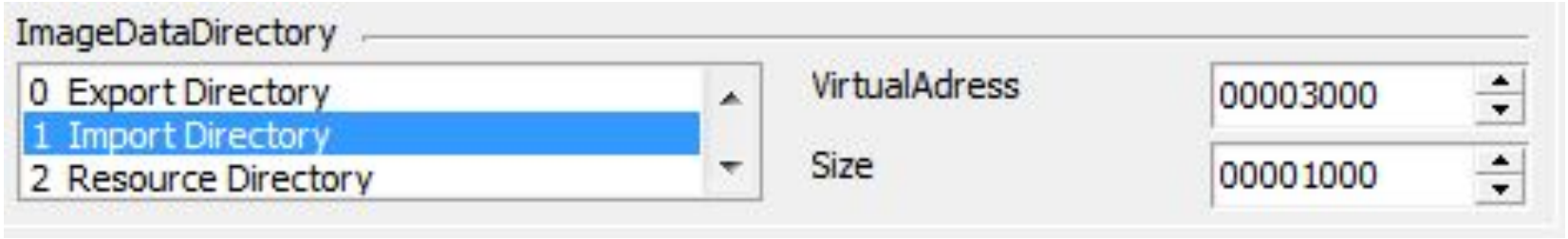
- Если это не секция “.idata” то

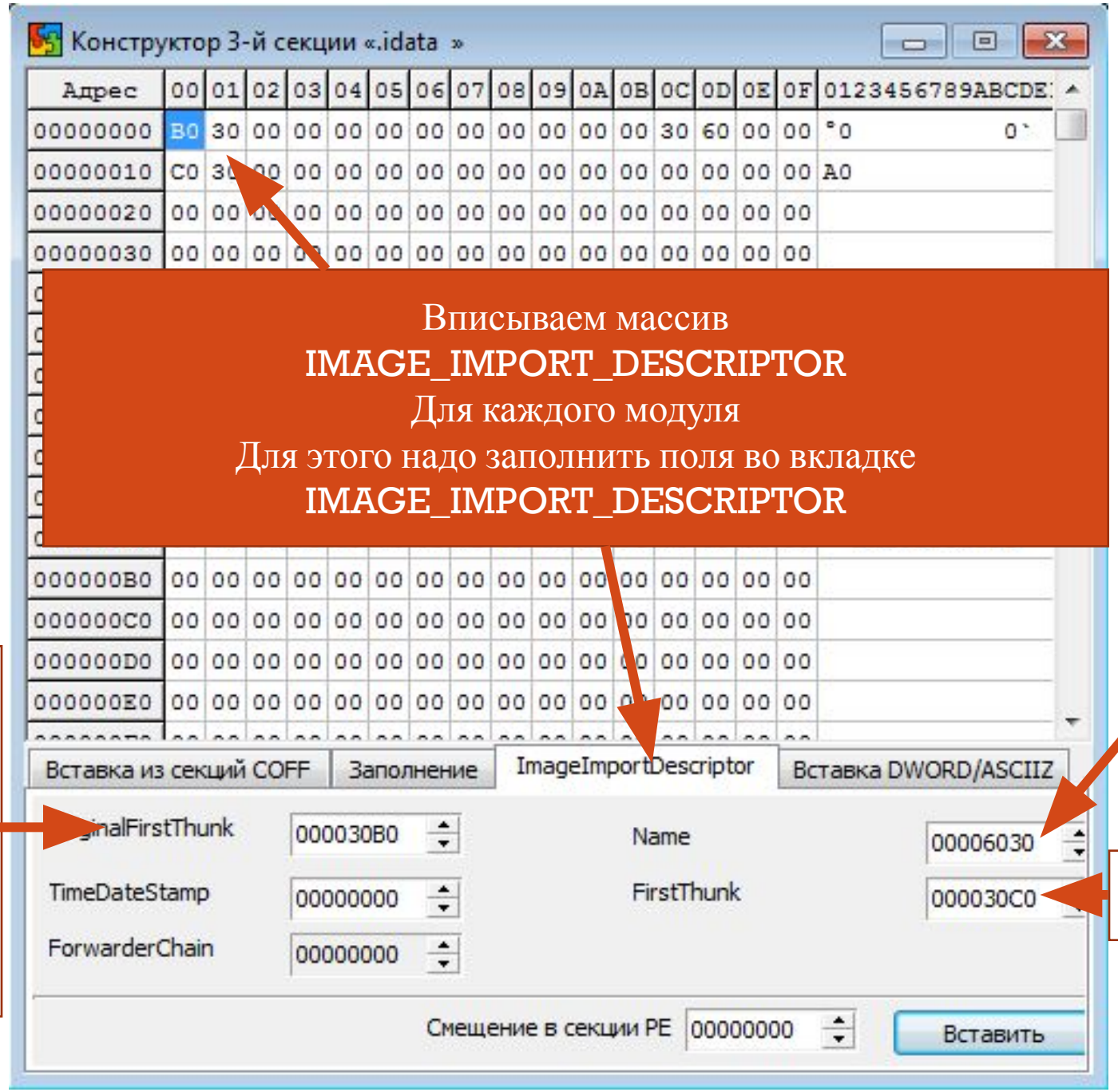
1. Клик мышкой на ячейку (0;0)
2. В нижней части всплывшего окна выбираем вкладку «Вставка из секции **COFF**»
3. устанавливаем в поле «Секция **COFF**» открывшейся панели имя совпадающее с именем этой секции.
4. устанавливаем в поле «Копировать всю секцию» открывшейся панели галочку.
5. Нажимаем кнопку «Копировать».

3.СОЗДАНИЕ СЕКЦИЙ PE-ФАЙЛА

Что храниться в секции “.idata” ?

- Перед загрузкой в память информация, хранящаяся в секции .idata PE-файла, содержит информацию, необходимую для того, чтобы загрузчик мог определить адреса целевых функций и пристыковать их к отображению исполняемого файла.
- После загрузки секция .idata содержит указатели функций, импортируемых EXE-файлом или DLL.
- Если это секция “.idata” то
- Предварительно подключаем таблицу импорта в заголоке.



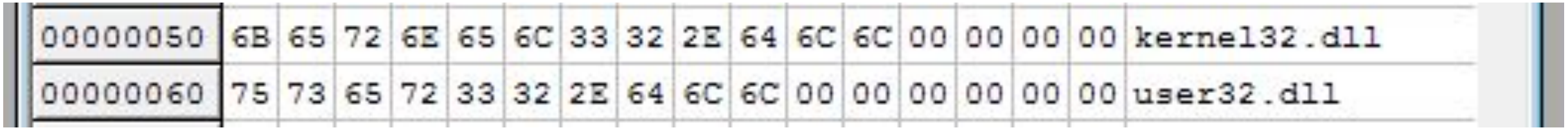


Вписываем массив
IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR
Для каждого модуля
Для этого надо заполнить поля во вкладке
IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR

Это смещение (RVA) массива двойных слов. Оно равно **VirtualAddress**(секции **.idata**) + адрес_на_указатель_функций = 3000 + **B0** = **30B0**

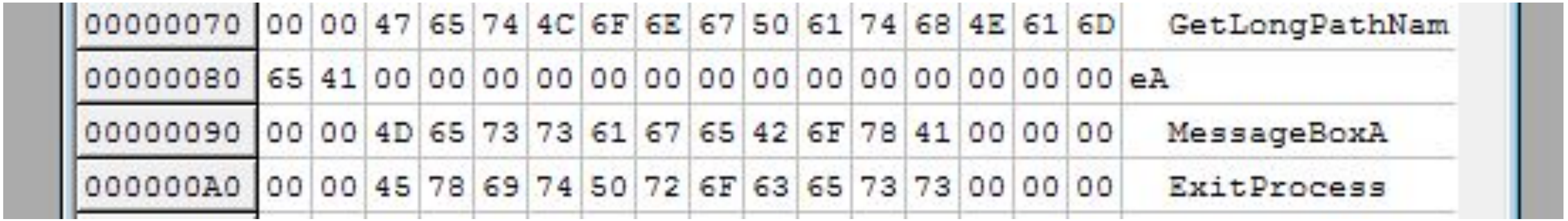
VirtualAddres секции+смещение на строку с модулем = 3000+60

OriginalFirstThunk+0fh



00000050	6B	65	72	6E	65	6C	33	32	2E	64	6C	6C	00	00	00	00	kernel32.dll
00000060	75	73	65	72	33	32	2E	64	6C	6C	00	00	00	00	00	00	user32.dll

Вписываем все подключаемые модули с помощью вставки **ASCIIZ**

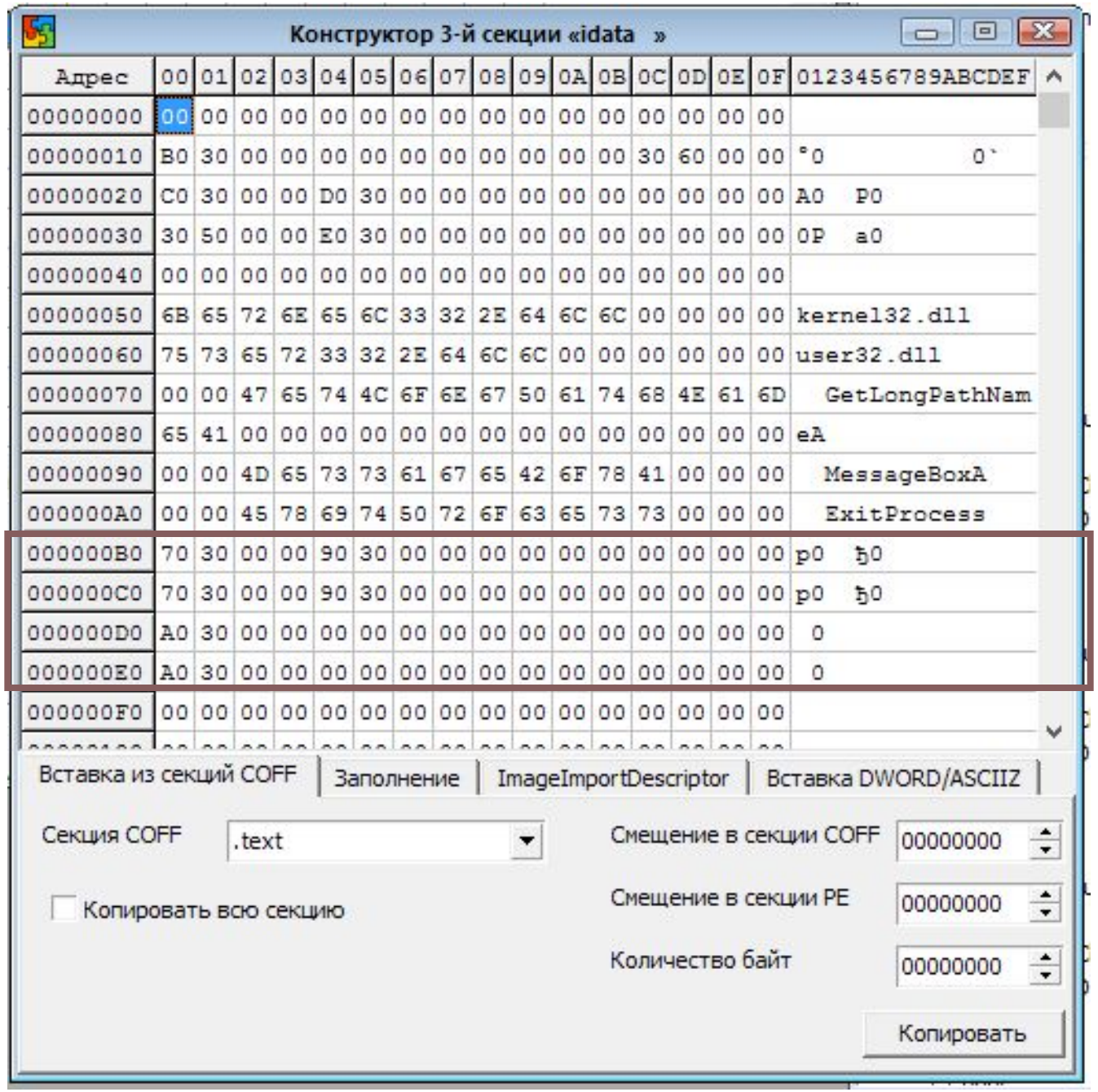


00000070	00	00	47	65	74	4C	6F	6E	67	50	61	74	68	4E	61	6D	GetLongPathNam
00000080	65	41	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	eA
00000090	00	00	4D	65	73	73	61	67	65	42	6F	78	41	00	00	00	MessageBoxA
000000A0	00	00	45	78	69	74	50	72	6F	63	65	73	73	00	00	00	ExitProcess

Вписываем все подключаемые модули с помощью вставки **ASCIIZ**

	00	10	20	30	40	50	60	70
0		►		0	@	P	`	p
1	☺	◄	!	1	A	Q	a	q
2	☻	↕	"	2	B	R	b	r
3	♥	‼	#	3	C	S	c	s
4	♦	¶	$	4	D	T	d	t
5	♣	§	%	5	E	U	e	u
6	♠	▬	&	6	F	V	f	v
7	•	↨	'	7	G	W	g	w
8	◘	↑	(	8	H	X	h	x
9	○	↓	)	9	I	Y	i	y
A	◙	→	*	:	J	Z	j	z
B	♂	←	+	;	K	[	k	{
C	♀	∟	,	<	L	\	l	¦
D	♪	↔	-	=	M	]	m	}
E	♫	▲	.	>	N	^	n	~
F	☼	▼	/	?	O	_	o	⌂

	80	90	A0	B0	C0	D0	E0	F0
0	А	Р	а	░	└	╨	р	≡
1	Б	С	б	▙	┴	╤	с	±
2	В	Т	в	▛	┬	╥	т	≥
3	Г	У	г	▌	├	╙	у	≤
4	Д	Ф	д	┤	─	╘	ф	⌠
5	Е	Х	е	╡	┼	╒	х	⌡
6	Ж	Ц	ж	╢	╞	╓	ц	÷
7	З	Ч	з	╖	╟	╫	ч	≈
8	И	Ш	и	╕	╚	╪	ш	°
9	Й	Щ	й	╣	╔	┘	щ	∙
A	К	Ъ	к	║	╩	┌	ъ	·
B	Л	Ы	л	╗	╦	█	ы	√
C	М	Ь	м	╝	╠	▄	ь	ⁿ
D	Н	Э	н	╜	═	▌	э	²
E	О	Ю	о	╛	╬	▐	ю	■
F	П	Я	п	┐	╧	▀	я	



В строках B0,C0 делаем ссылки на функции модуля user32.dll

В строках D0,E0 делаем ссылки на функции модуля kernel32.dll

4.СТАТИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

* Очень важный этап компоновки - разрешение статических и внешних ссылок.
* На этапе компиляции неизвестны реальные адреса переменных и функций API, поэтому компилятор превращает адреса переменных в статические, а адреса функций API - во внешние ссылки.
* Информация о неразрешенных ссылках хранится в двух местах в объектном модуле: в COFF-таблице символов и в списках привязок для каждой секции.

Для разрешения ссылок для каждой секции COFF-файла используется следующий алгоритм:

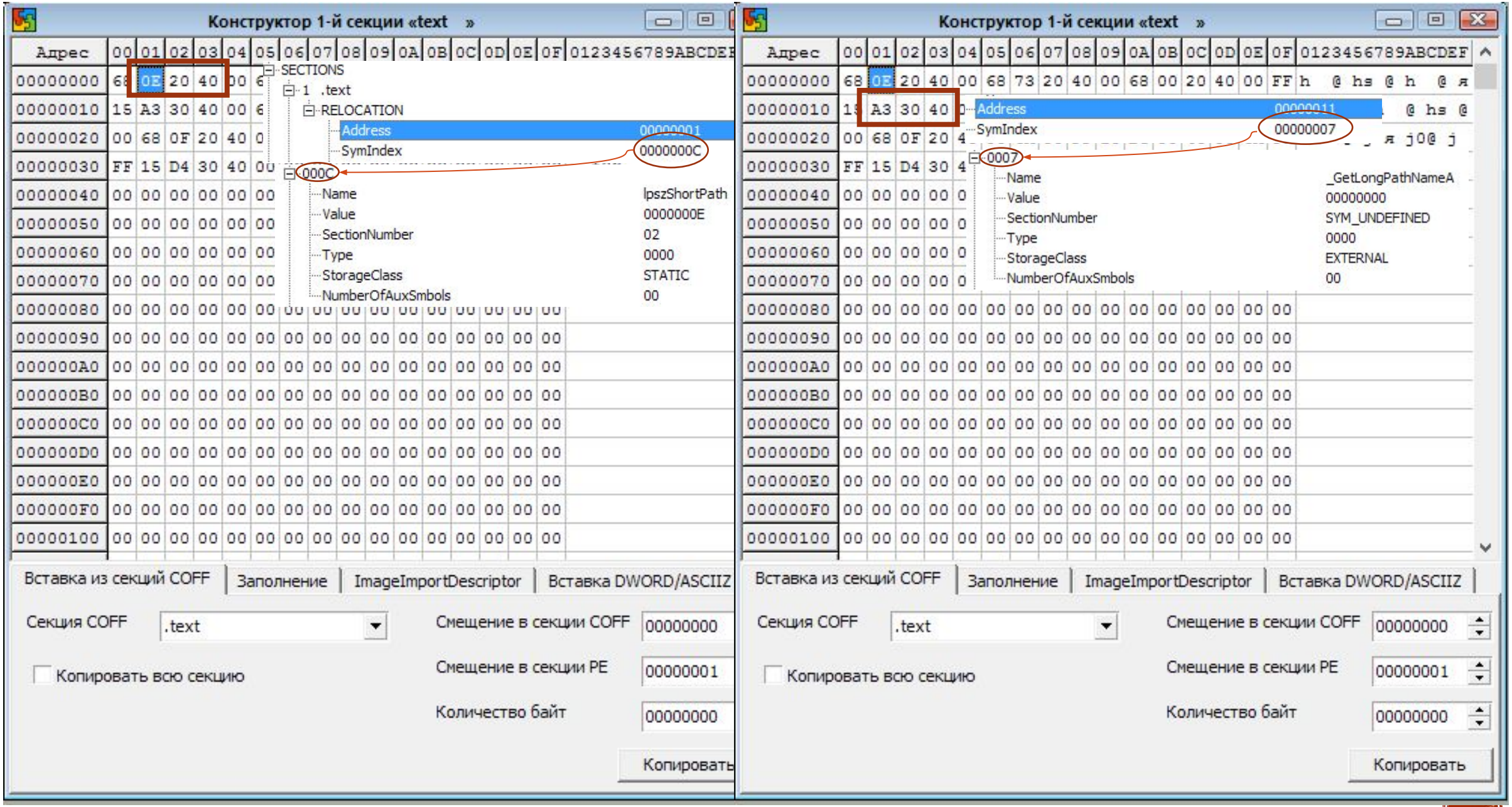
1) найти первую, еще не разрешенную ссылку в списке привязок данной секции. Если таких нет, то алгоритм завершен;
2) найти символ в COFF-таблице, на который ссылается данная привязка;
3) если символ является внешним(тип EXTERNAL), то перейти к пункту 9;
4) если данный символ имеет тип STATIC, то данная ссылка является разрешимой;
5) найти секцию PE, соответствующую секции с номером SectionNumber COFF-Файла;
6) сосчитать неизвестный адрес по следующей формуле:

Искомый_адрес = Адрес_загрузки(см.шаг 1) +
RVA_секции_из_пункта_5_алгоритма +
Поле_Value_из_COFF-символа

7) в секции PE-файла, соответствующей данной секции COFF-файла, по смещению Address из привязки вставить значение, полученное в пункте 6 алгоритма;
8) перейти к пункту 1.
9) сосчитать неизвестный адрес по следующей формуле:

Искомый_адрес = Адрес_загрузки + RVA элемента массива FirstThunk описывающего данную функцию

10) в секции PE-файла, соответствующей данной секции COFF-файла, по смещению Address из привязки вставить значение, полученное в пункте 5 алгоритма;
11) перейти к пункту 1.


Конструктор 1-й секции «text »
Адрес
SECTIONS
1 .text
RELOCATION
Address
SymIndex
0000000C
000C
Name
lpszShortPath
Value
0000000E
SectionNumber
02
Type
0000
StorageClass
STATIC
NumberOfAuxSmbols
00
Вставка из секций COFF
Заполнение
ImageImportDescriptor
Вставка DWORD/ASCIIZ
Секция COFF
.text
Смещение в секции COFF
00000000
Копировать всю секцию
Смещение в секции PE
00000001
Количество байт
00000000
Копировать
Конструктор 1-й секции «text »
Адрес
Address
SymIndex
00000007
0007
Name
_GetLongPathNameA
Value
00000000
SectionNumber
SYM_UNDEFINED
Type
0000
StorageClass
EXTERNAL
NumberOfAuxSmbols
00
Вставка из секций COFF
Заполнение
ImageImportDescriptor
Вставка DWORD/ASCIIZ
Секция COFF
.text
Смещение в секции COFF
00000000
Копировать всю секцию
Смещение в секции PE
00000001
Количество байт
00000000
Копировать

5. КОМПАНОВКА

* Если все шаги сделаны правильно, то после компоновки (CTRL+F9) в каталоге проекта появится исполняемый файл, работоспособность которого необходимо проверить, запустив его на выполнение (F9).
* Запустить программу в дебаггере.