# Разработка кроссплатформенных программных систем.
# **Лекция №2. Встраивание и расширение скриптовых языков**

П.Н. Советов

РТУ МИРЭА, 2022

# Скриптовый язык



Высокоуровневый язык программирования, предназначенный для **управления некоторой системой**, а также для **расширения ее функциональности**.

Скриптовые языки предназначены, зачастую, для программирующих **экспертов в предметной области**, а не для профессиональных программистов.

Скриптовые языки, в основном, используют **динамическую типизацию** и имеют реализацию на основе **интерпретатора**.

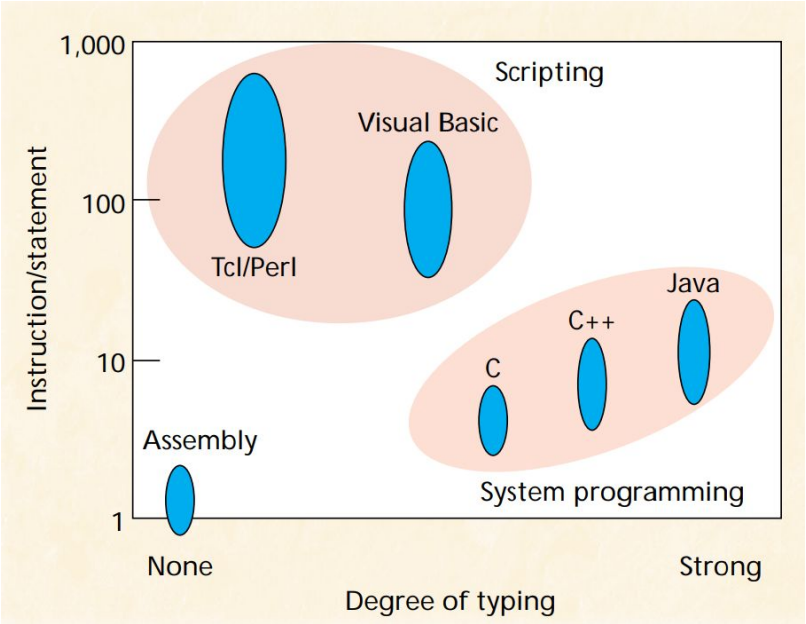
Другие названия:

- Язык сценариев.
- Язык-клей (glue language).

# Примеры скриптовых языков



- Командные языки Bash и Powershell.
- Lua.
- Python.
- Lisp.
- Forth.
- Tcl.
- JavaScript.
- …




Ousterhout J. K. Scripting: Higher level programming for the 21st century //Computer. – 1998. – Т. 31. – №. 3. – С. 23-30.

# Встраивание и расширение



**Встраивание скриптового языка** в приложение позволяет управлять этим приложением и расширять его функциональность.

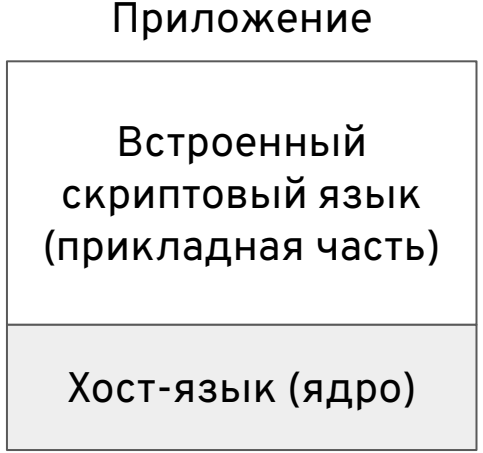
**Расширение скриптового языка** предполагает добавление новых, пользовательских конструкций в базовый язык или добавление новых библиотек.

# Встраиваемый скриптовый язык



**Архитектура** на основе встраивания скриптового языка предполагает наличие:

- платформозависимого ядра, реализованного на системном языке,
- прикладной части, реализованной на скриптовом языке, встроенном в приложение.



# Примеры использования встраиваемых языков



- **Lisp** в САПР Autocad.
- **Python** в 3d редакторе Blender.
- **Tcl** во многих САПР из области микроэлектроники.
- **Lua** в большом количестве игр, Adobe Lightroom, СУБД. Tarantool, веб-сервере Nginx.
- Язык **1С** в системе 1С:Предприятие.

# Программные библиотеки



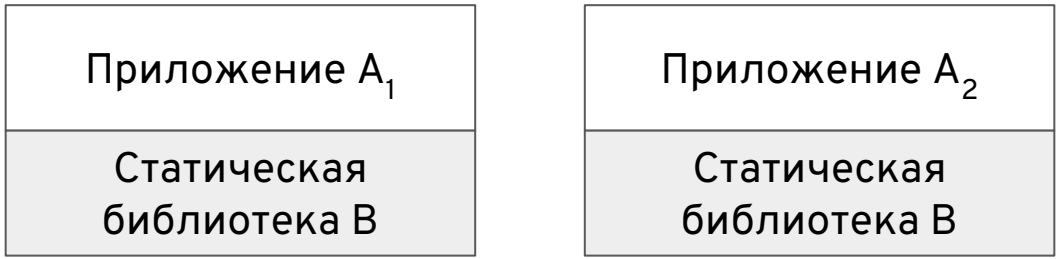
Прежде чем двигаться дальше, необходимо разобраться со статическими и динамическими библиотеками.

**Библиотека** представляет собой набор повторно используемых **скомпилированных программных модулей**.

# Статическая библиотека



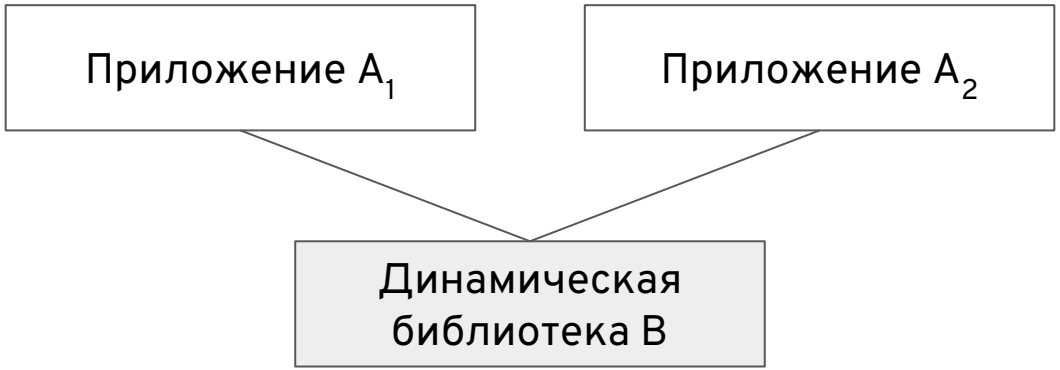
Основной код приложения связывается со **статической** библиотекой на этапе **компиляции**.



# Динамическая (разделяемая) библиотека



Основной код приложения связывается с **динамической** библиотекой во время **выполнения** программы.



# Создание статической библиотеки



```
gcc … -c code.c -o code.o
ar rcs libcode.a code.o
```

Здесь gcc используется в режиме компиляции (-c) с созданием выходного **объектного модуля** code.o.

Затем объектный модуль добавляется с помощью **команды ar** в архив libcode.a. Этот архив и является статической библиотекой. В имени архива необходимо использовать префикс lib.

# Использование статической библиотеки



```
gcc … -L. -lcode …
```

или просто:

```
gcc … libcode.a …
```

Здесь gcc используется для компиляции основного кода приложения **совместно с кодом статической библиотеки**.

Ключ **-L** указывает на директорию, содержащую библиотеки.

Ключ **-l** задает имя подключаемой библиотеки. **Префикс lib указывать не нужно**.

# Создание динамической библиотеки



```
gcc … -shared -o libcode.dll
```

Здесь gcc используется в режиме создания динамической (разделяемой, -shared) библиотеки **с формированием dll-файла** (для Windows).

# Использование динамической библиотеки



```
gcc … libcode.dll …
```

Здесь gcc используется для компиляции основного кода приложения с указанием динамической связи **с расположенным отдельно файлом** libcode.dll.

# Встраиваемый скриптовый язык Lua



- Появился в 1993 году, разработан в Бразилии.
- Динамически типизированный, со сборщиком мусора.
- Реализован на C89.
- Компактный: насчитывает около 25000 строк кода.
- Легко настраивается и встраивается в приложение.

# Пример кода на Lua



```
function fact(n)
    local r = 1 -- локальная переменная
    for i = 1, n do
        r = r * i
    end
    return r
end

print(fact(5))
```

# Литература по Lua



- Шпаргалка: https://tylerneylon.com/a/learn-lua/
- Еще одна шпаргалка: http://thomaslauer.com/download/luarefv51.pdf
- Маленькая книга о Lua (рус.): https://disce.ru/little-library/lua
- Lua 5.3 Руководство (рус.): http://lua.org.ru/contents_ru.html

# Lua C API



**Lua C API** – интерфейс встраивания интерпретатора Lua в приложение на C.

Обмен данными между интерпретатором и программой на C происходит с помощью **стека**.

При запуске функции на C из интерпретатора функция получает **новый стек**, в котором хранятся переданные аргументы и в который функция записывает результаты.

в API-функциях используется два вида индексации в стеке:

- положительная – от **дна** стека (1 – первый элемент).
- отрицательная – относительно **вершины** стека (-1 – вершина).

# Встраивание интерпретатора Lua



- `lua_State *L = luaL_newstate()` — создать новый экземпляр интерпретатора.
- `lua_close(L)` — удалить созданный экземпляр интерпретатора.
- `luaL_openlibs(L)` — использовать стандартную библиотеку.
- `luaL_dofile(L, "file.lua")` — интерпретировать код из файла.
- `luaL_dostring(L, "string")` — интерпретировать строку.

# Пример использования стека Lua C API



```
lua_pushnumber(L, 2); -- положить 2 на стек
lua_pushnumber(L, 3); -- положить 3 на стек
lua_arith(L, LUA_OPADD); -- забрать со стека 2 и 3, положить 2+3
printf("%f\n", lua_tonumber(L, -1)); -- напечатать вершину стека
```

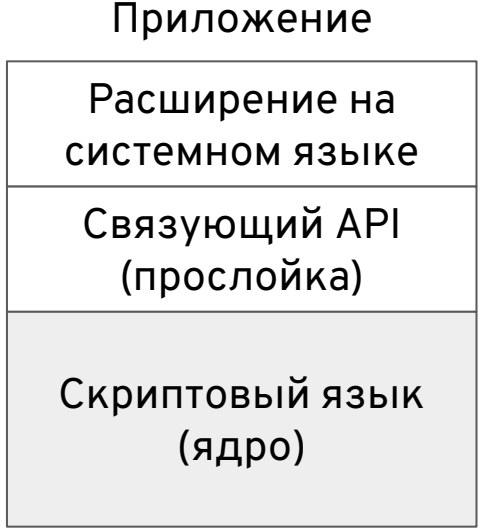
# Языковое связывание и расширения



**Языковое связывание** (language binding) — API, позволяющий использовать библиотеку, реализованную на другом языке.

**Архитектура** приложения на основе расширения скриптового языка предполагает наличие:

- базовой переносимой части, реализованной на скриптовом языке,
- набора расширений, реализованных на системных языках.



# Использование модулей на C в Питоне



Такие модули могут использоваться, к примеру, для работы с различными **аппаратными устройствами**, API **ОС** или для увеличения **быстродействия** приложения.

Наиболее простой способ подключения **динамической** библиотеки на C — использование модуля **ctypes**.

# Модуль ctypes



Документация: https://docs.python.org/3/library/ctypes.html

Функция LoadLibrary загружает динамическую библиотеку и возвращает объект-ссылку на загруженные функции.

Для каждой функции необходимо указать типы аргументов и результата. Пример использования импортированной функции сложения add:

```
add_module = ctypes.cdll.LoadLibrary(...)

add = add_module.add

add.argtypes = (ctypes.c_int, ctypes.c_int)

add.restype = ctypes.c_int

print(add(2, 2))
```