



**Altium**<sup>TM</sup>

# Проектирование простых цифровых устройств

Владимир Хрусталев  
Email : [v\\_crys@mail.ru](mailto:v_crys@mail.ru)

Современные подходы к  
проектированию устройств

# Теория

1. Введение. Обзор существующих утилит для разработки устройств
2. **Современные подходы к проектированию устройств (иерархическая схемотехника, системы контроля версий, структура типового отдела разработки)**
3. Технический цикл производства печатных плат
4. Современная компонентная база
5. Оборудование, используемое при разработке и отладке устройств
6. Краткий обзор классических цифровых интерфейсов

# Практика

1. Введение (знакомство, установка софта, разбор решаемой задачи)
2. **Библиотеки компонентов** (создаем два компонента)
3. Разработка схемы (вспоминаем схемотехнику, делаем схему)
4. Преобразование схемы в плату (дорабатываем схему, конвертируем ее в плату)
5. Трассировка платы
6. Подготовка платы к производству. Заключение



***Altium***<sup>TM</sup>

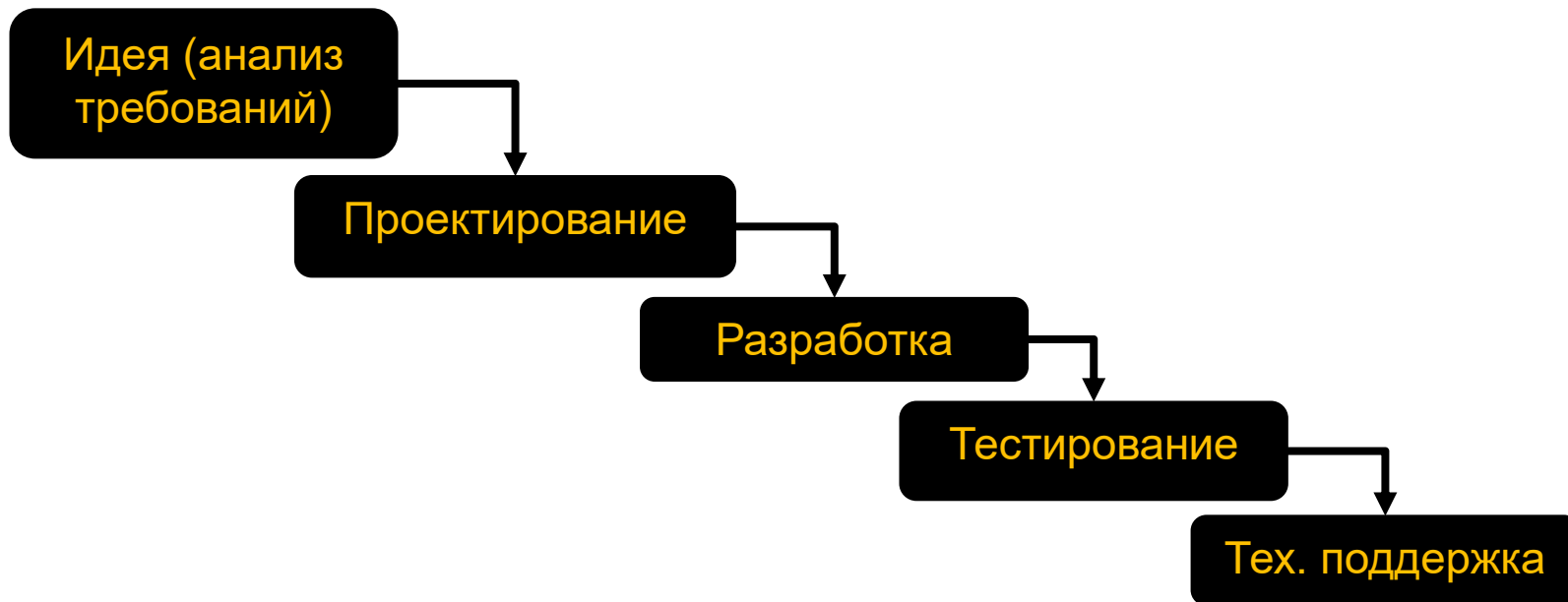
**Занятие №2**

**ТЕОРИЯ**

# Жизненный цикл продукта (1)

Основные три модели жизненных циклов:

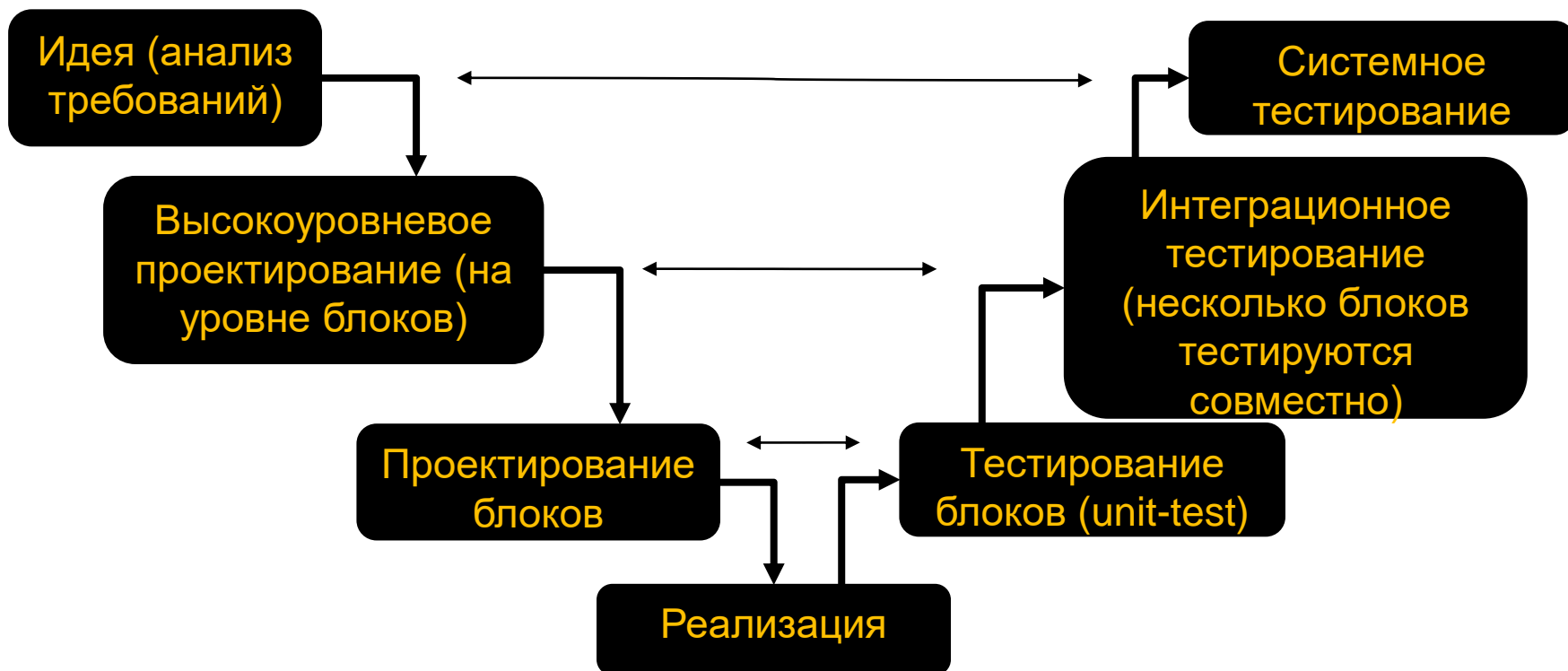
1. Каскадная (водопад)
2. V-образная (разработка через тестирование)
3. Спиральная



## Жизненный цикл продукта (2)

Основные три модели жизненных циклов:

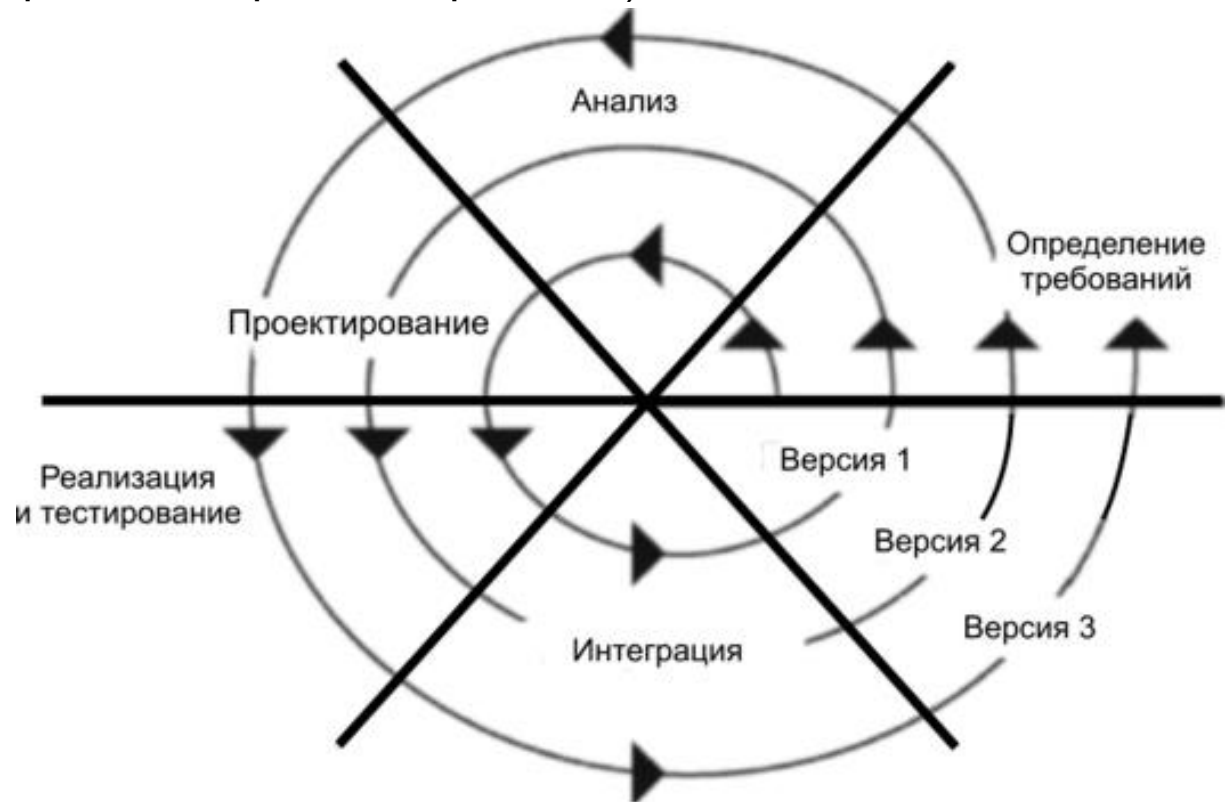
1. Каскадная (водопад)
2. **V-образная (разработка через тестирование)**
3. Спиральная



# Жизненный цикл продукта (3)

Основные три модели жизненных циклов:

1. Каскадная (водопад)
2. V-образная (разработка через тестирование)
3. **Спиральная**



# Жизненный цикл проектирования и разработки устройств (с точки зрения инженера)

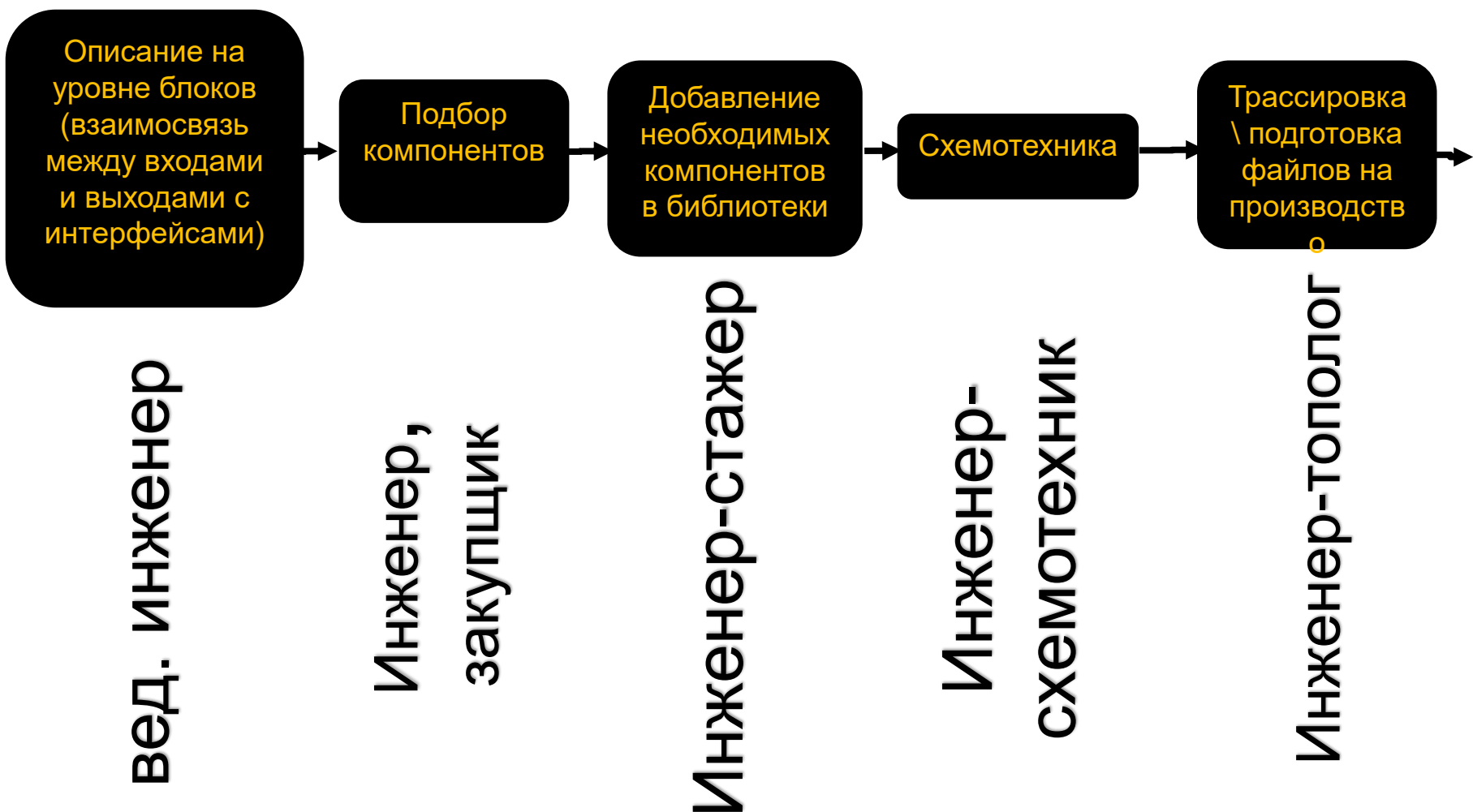




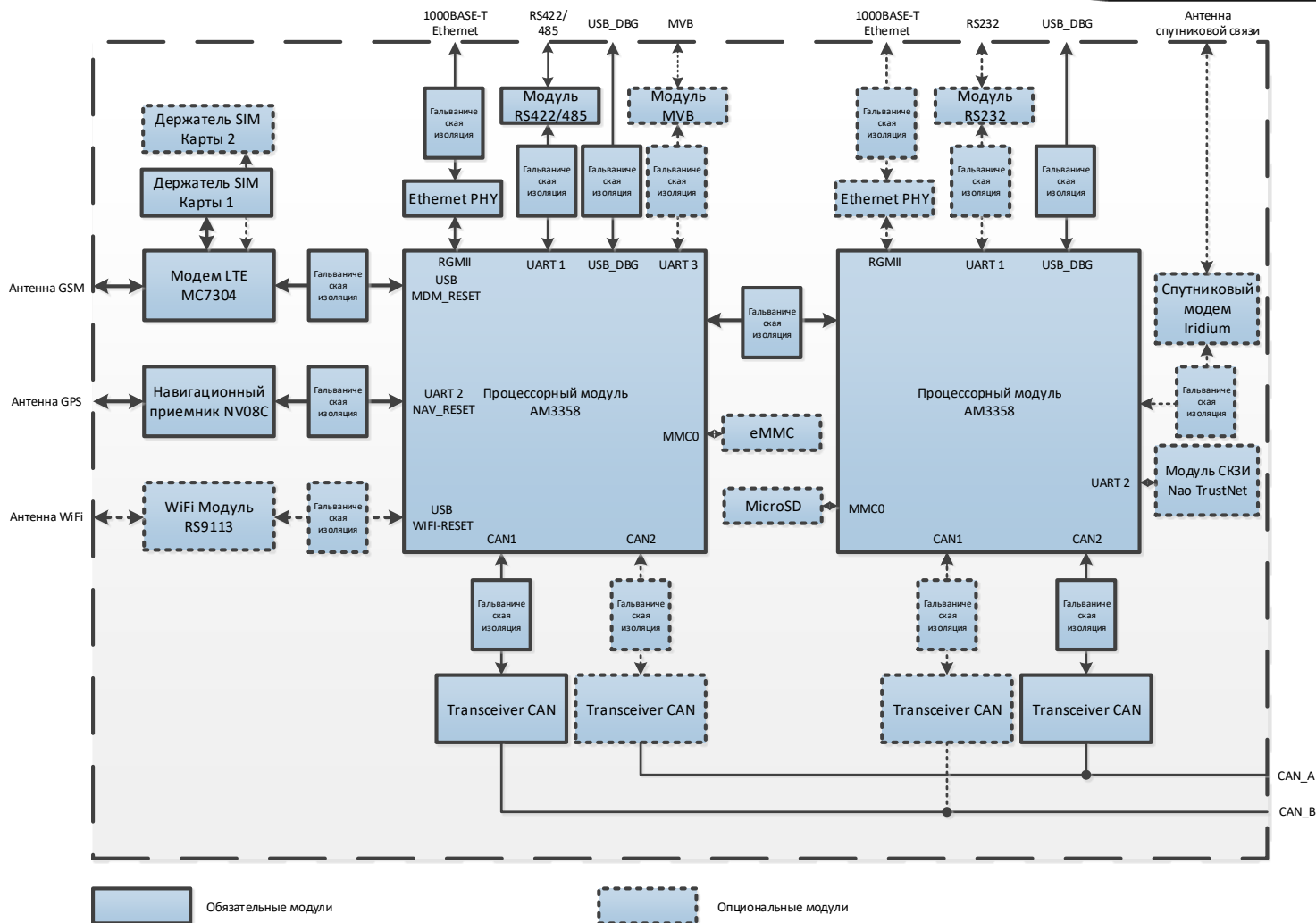
# Роли сотрудников компании (1)



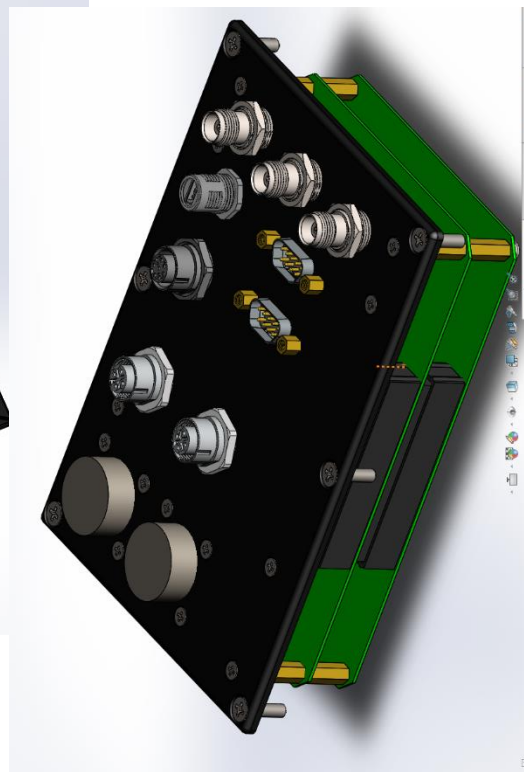
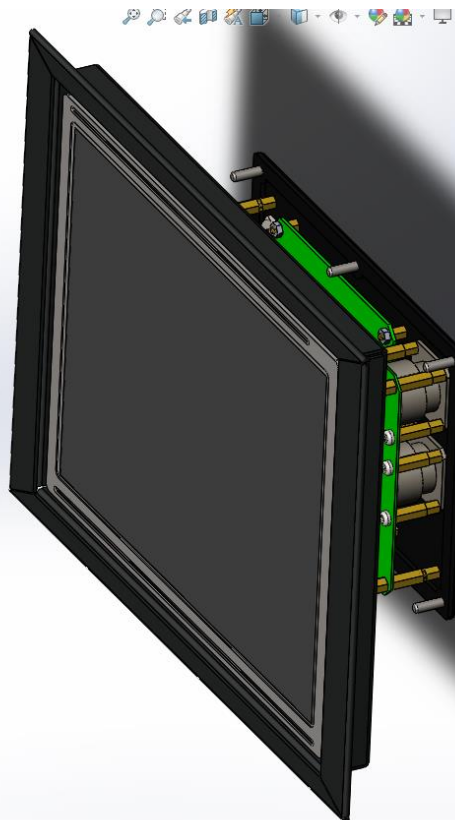
# Роли сотрудников компании (2 - платы)



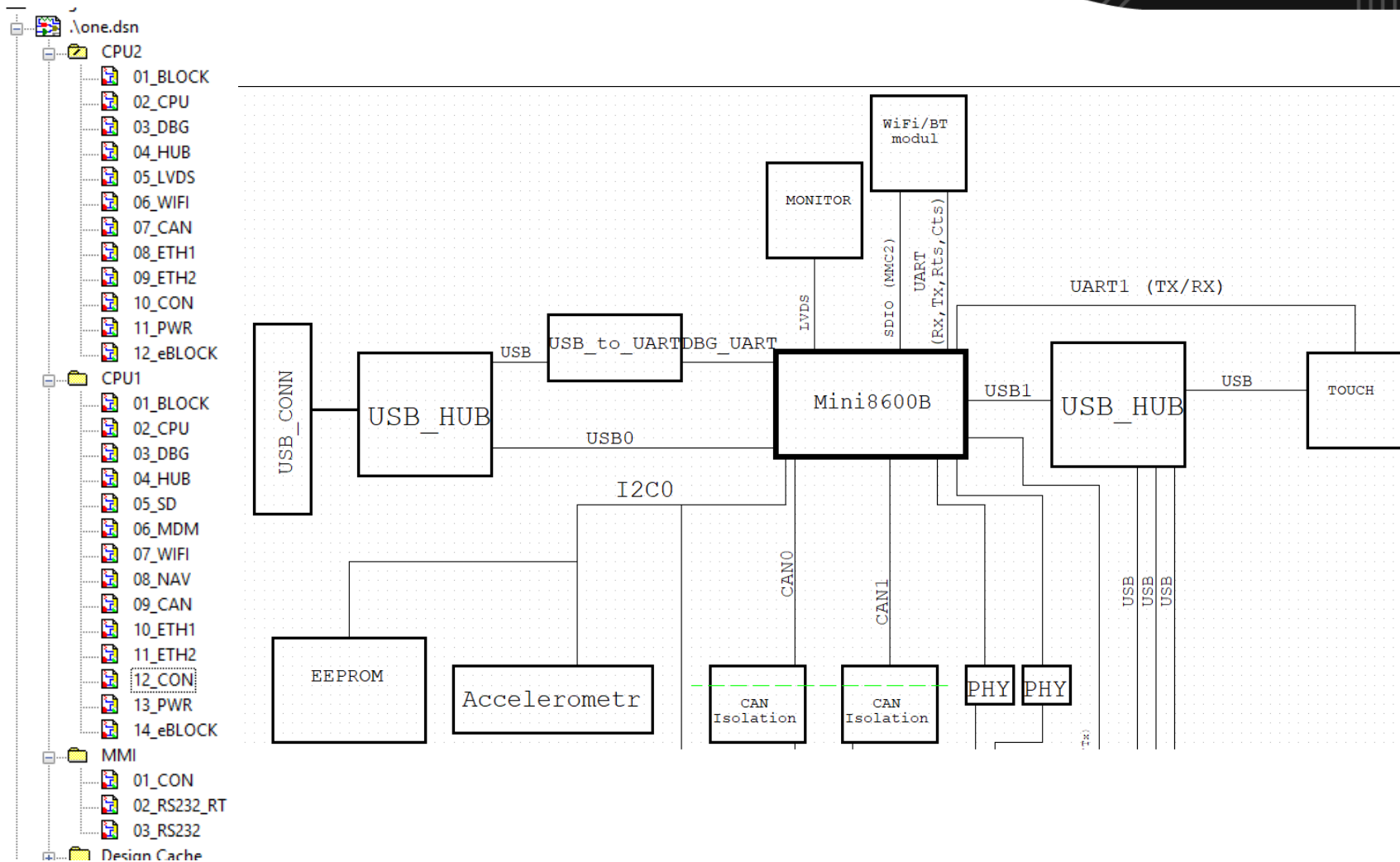
# Декомпозиция (разбиение на платы)



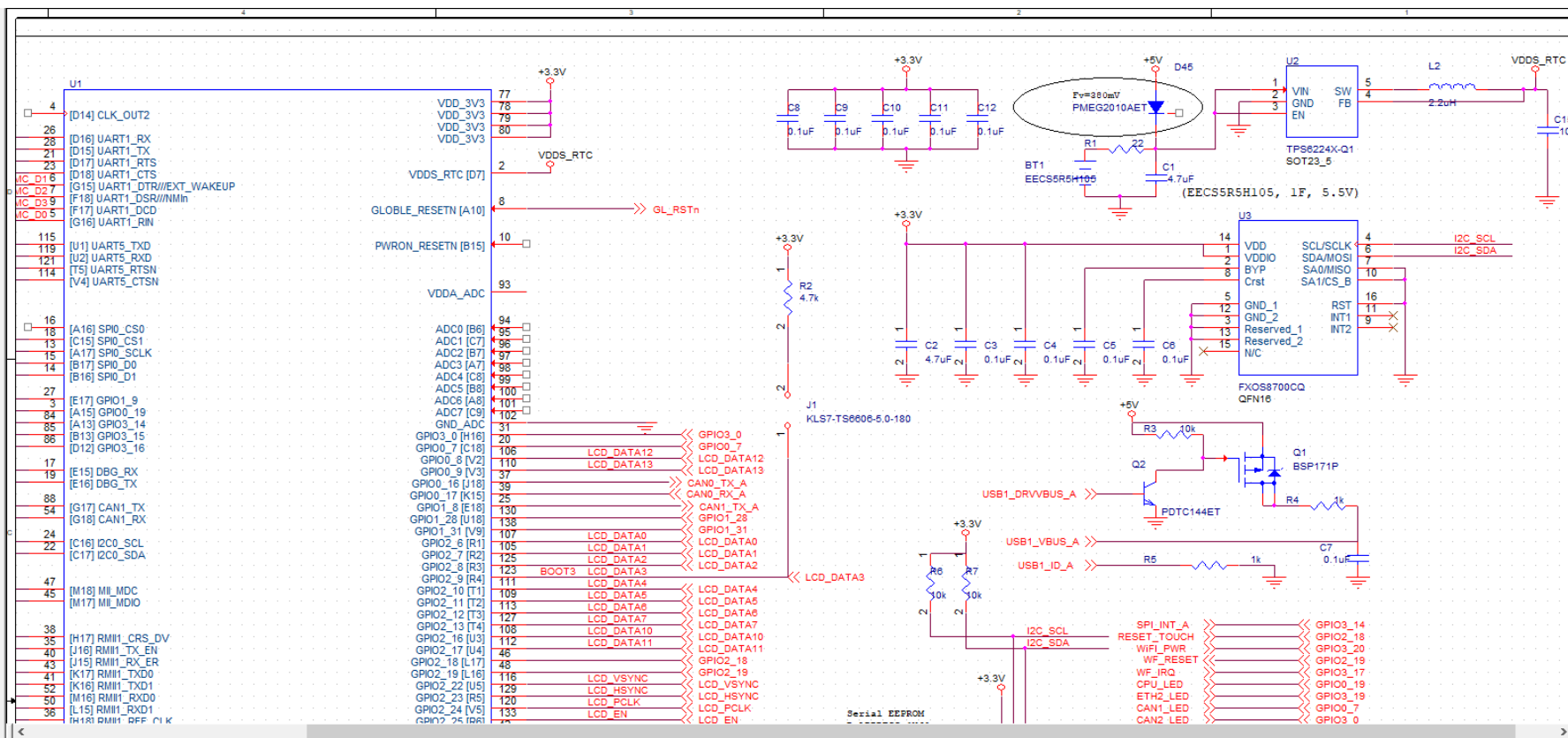
# Проектирование корпуса



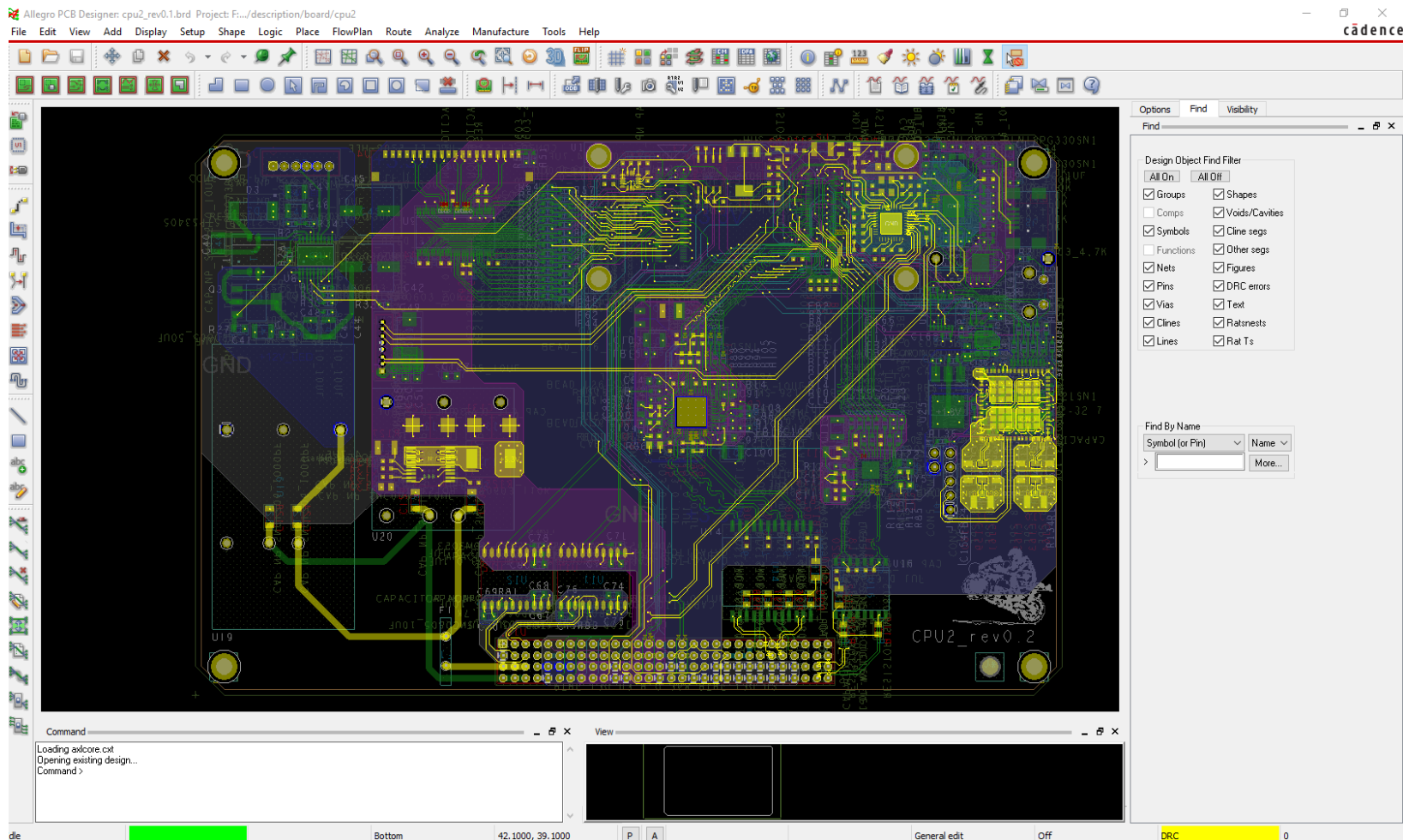
# Проектирование плат (описание на уровне блоков)



# Проектирование плат (схемотехника)



# Проектирование устройств (трассировка)



# Управление проектом (Искусство управления сложностью)

Одной из характеристик, отличающих профессионального инженера-электронщика или программиста от дилетанта, является систематический подход к управлению сложностью многоуровневых систем.

*Дэвид М. Харрис и Сара Л. Харрис*

АБСТРАКЦИЯ

ИЕРАРХИЧНОСТЬ

МОДУЛЬНОСТЬ

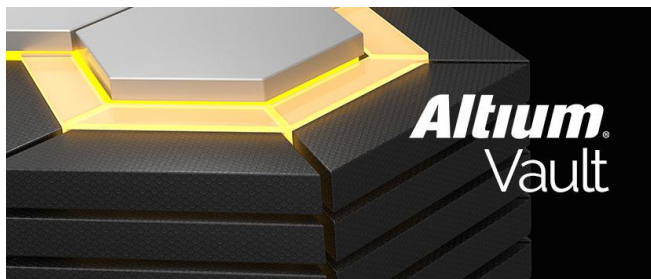
РЕГУЛЯРНОСТЬ



# Управление проектом (Искусство управления сложностью)

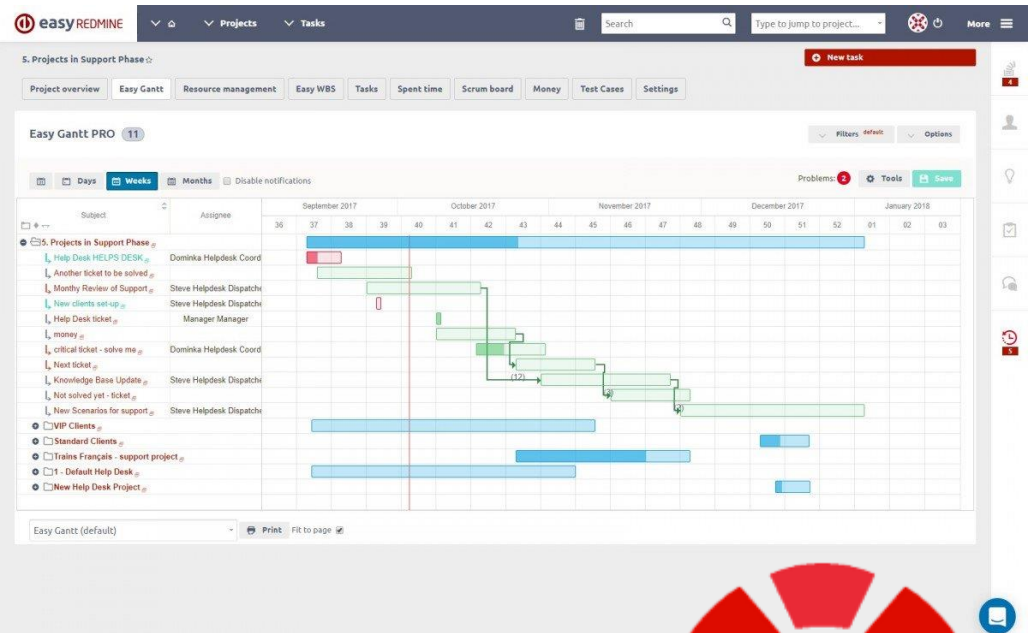
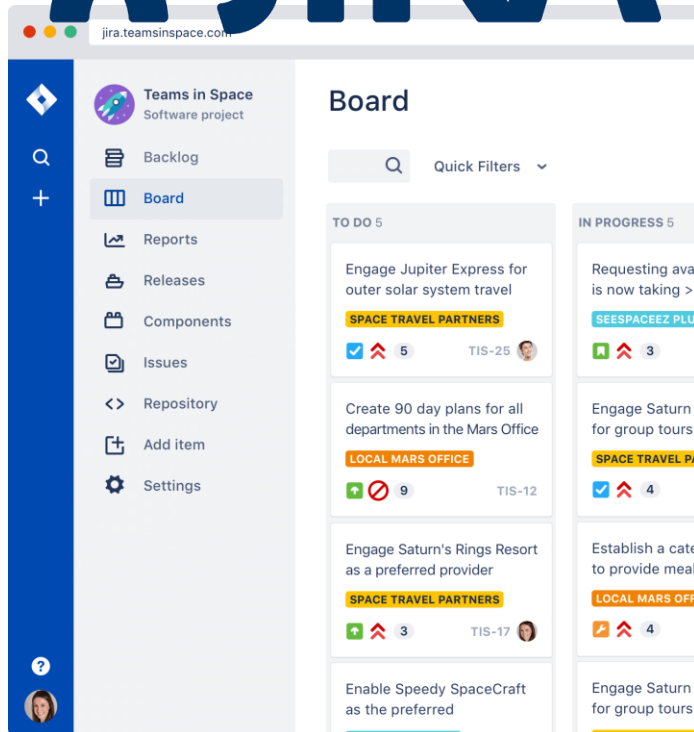
- Абстракция – исключение из рассмотрения тех элементов, которые в данном конкретном случае несущественны для понимания работы системы.
- Иерархичность – разделение системы на отдельные модули, а затем последующее разделение каждого такого модуля на фрагменты до уровня, позволяющего легко понять поведение каждого конкретного фрагмента.
- Модульность – принцип модульности требует, чтобы каждый модуль в системе имел четко определённую функциональность и набор интерфейсов и мог бы легко и без побочных эффектов соединен с другими модулями системы
- Регулярность – принцип регулярности требует соблюдения единообразия при проектировании отдельных модулей системы.

# Управление проектом (отслеживание изменений)



Author	Commit	message
Vladimir Khrustalev	b133f4c	add step models
Vladimir Khrustalev	218f76a	M merge
Ivan Korolev	cc74e8f	M Merging in latest from upstream (PC
Vladimir Khrustalev	115b8c2	hole1_3 & 1_6 cjrrect
Korolev Ivan	8929d73	LH40-10Bxx step
Vladimir Khrustalev	9624fb5	fix padstack antipad
Vladimir Khrustalev	c03b50f	correct height
Vladimir Khrustalev	7e1d89c	height fix
Korolev Ivan	bd4f409	fix padstack

# Управление проектом (распределение задач)



# Управление проектом (база знаний)

**Confluence**

- Activity
- Your work
- Spaces
- People
- Settings
- MY SPACES
  - Teams in Space
  - Knowledge Base

## Activity

[All updates](#) [Popular](#)

**Alana Grant**  
SeeSpaceEZ Team Meeting 2017-07-16  
Created Aug 23, 2017

**Max Taylor**  
Teams In Space 2.0 - Stakeholder Update  
Created Aug 22, 2017

**Jennifer Evans**  
Re: Teams In Space 2.0 - Stakeholder Update  
We can move out teams larger than 30 to the next major release. Engineering is not the blocker here.  
Commented Aug 21, 2017

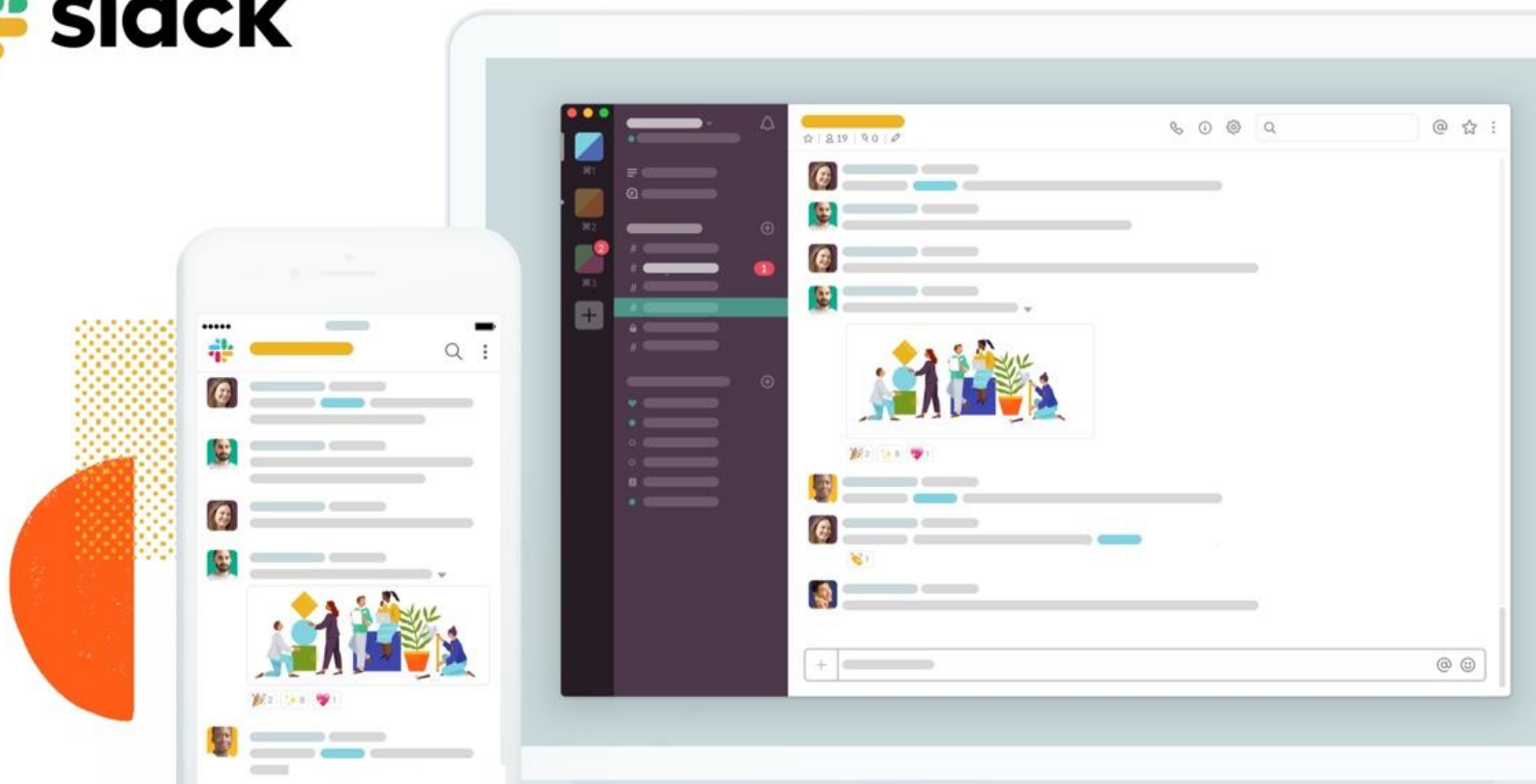
**David Jenkins**  
earth from saturn small.jpg  
Attached Aug 20, 2017  
saturn moon.jpg  
Attached Aug 20, 2017

**Mitch Lee**  
Product Requirements

### Welcome to Confluence

Confluence is where your team collaborates and shares knowledge — create, share and discuss your files, ideas, minutes, specs, mockups, diagrams, and projects.

# Управление проектом (взаимосвязь разработчиков)





***Altium***<sup>TM</sup>

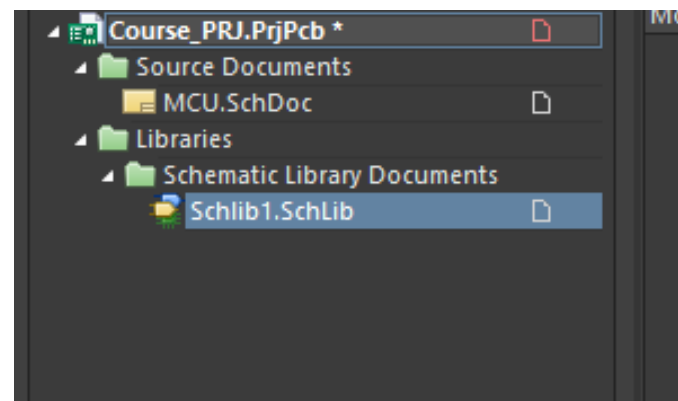
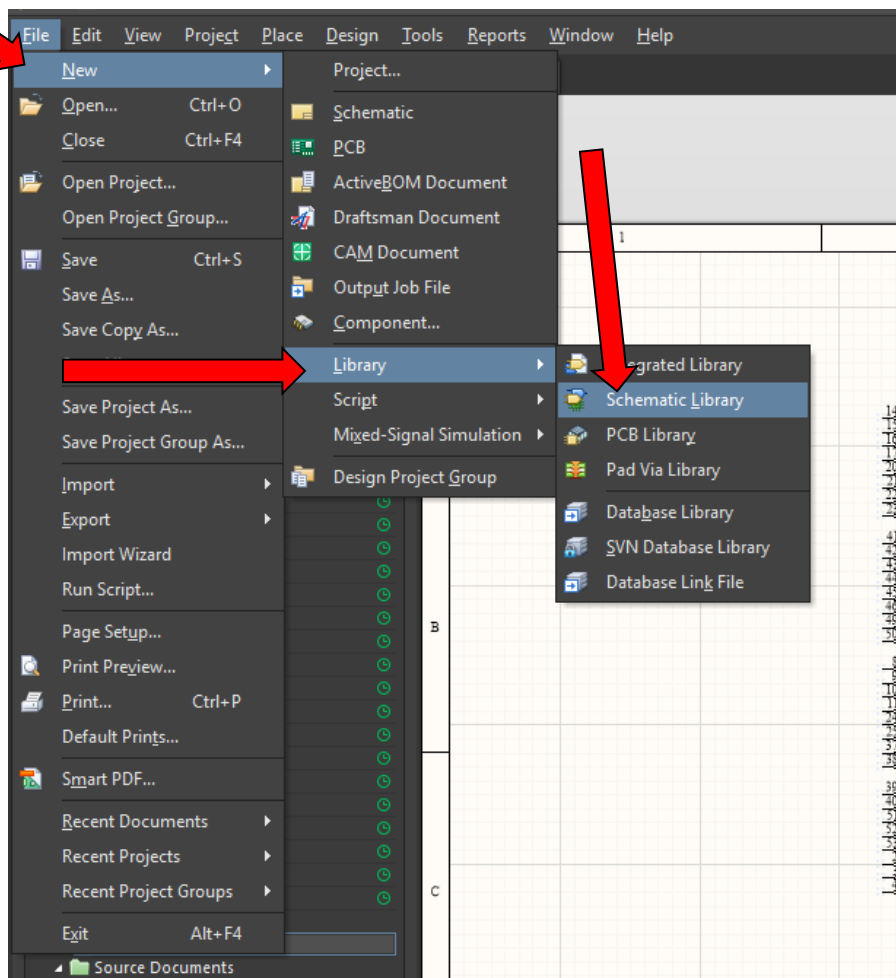
**Занятие №2**

**ПРАКТИКА**

# Постановка задачи

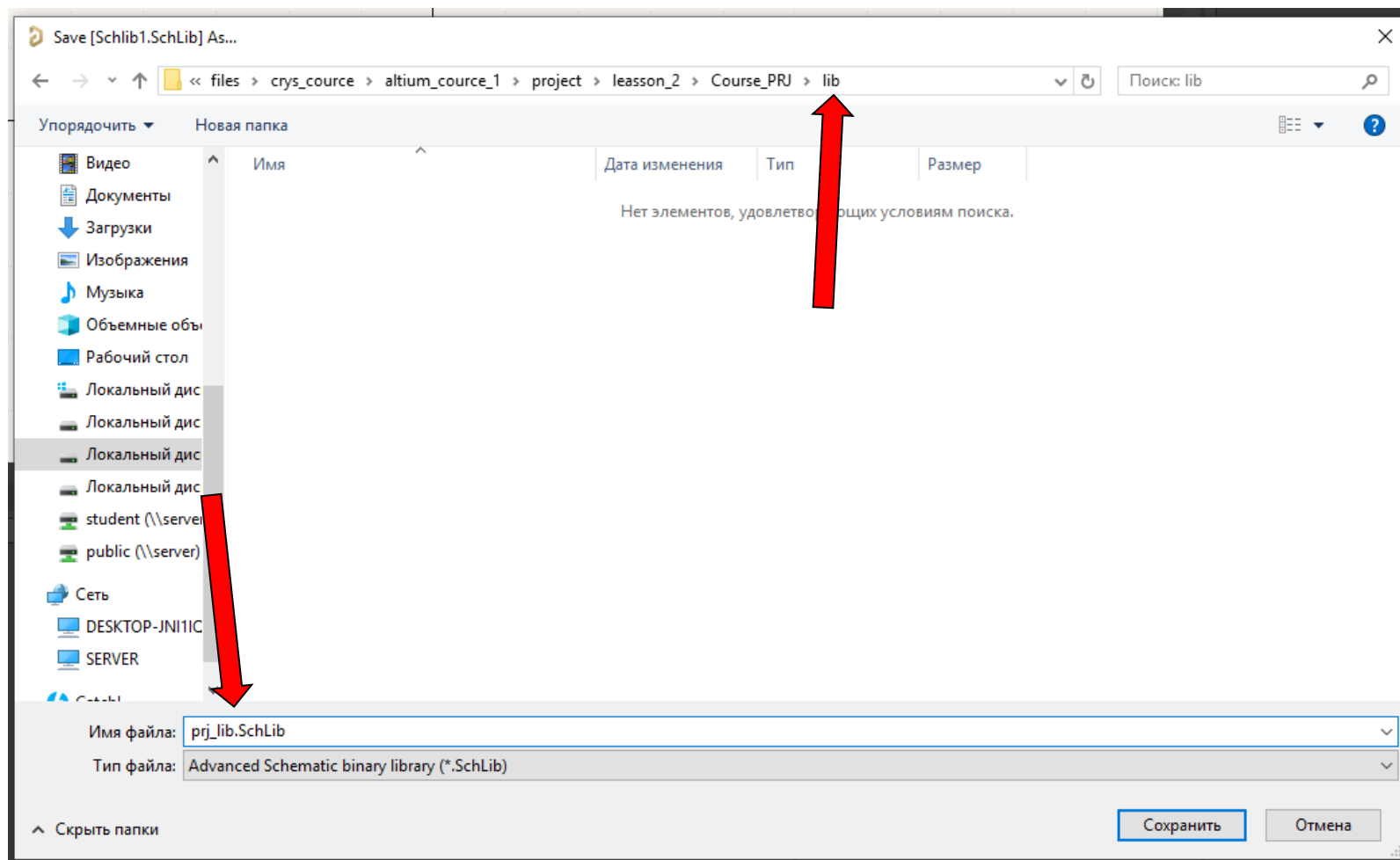
1. Создать библиотеку компонентов
2. Добавить два элемента (резистор и микросхему)
3. В ручном режиме нарисовать символ и фот-принт для резистора
4. В автоматическом режиме нарисовать символ и фут-принт для микросхемы

# Создание библиотеки символов

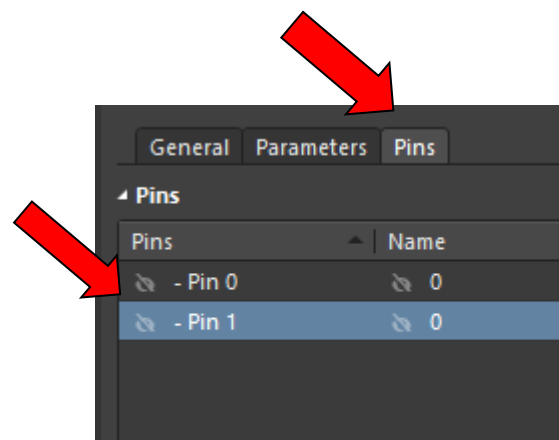
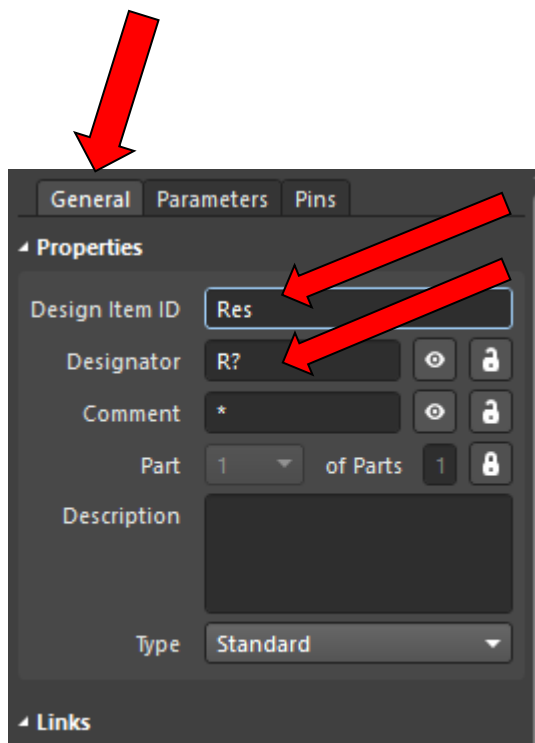




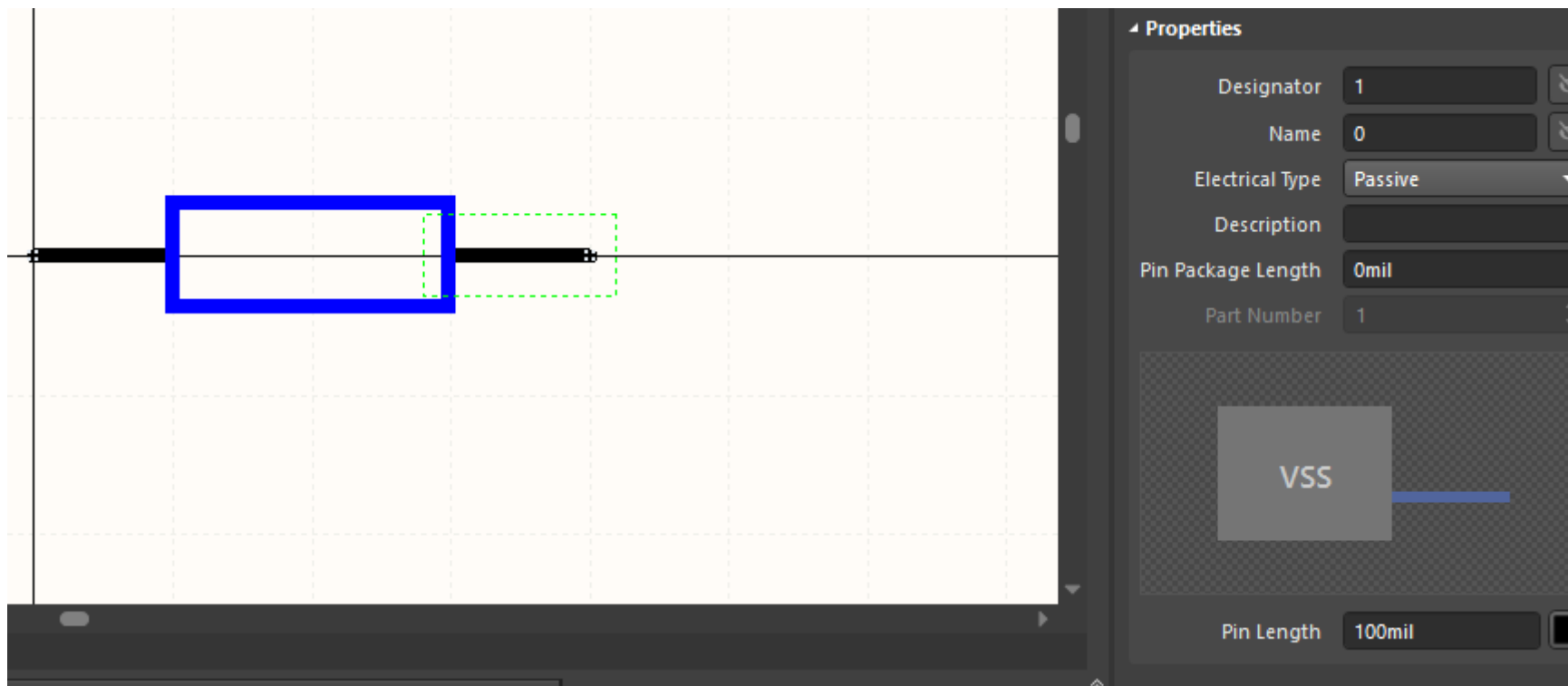
# Сохраняем библиотеку



# Настраиваем компонент



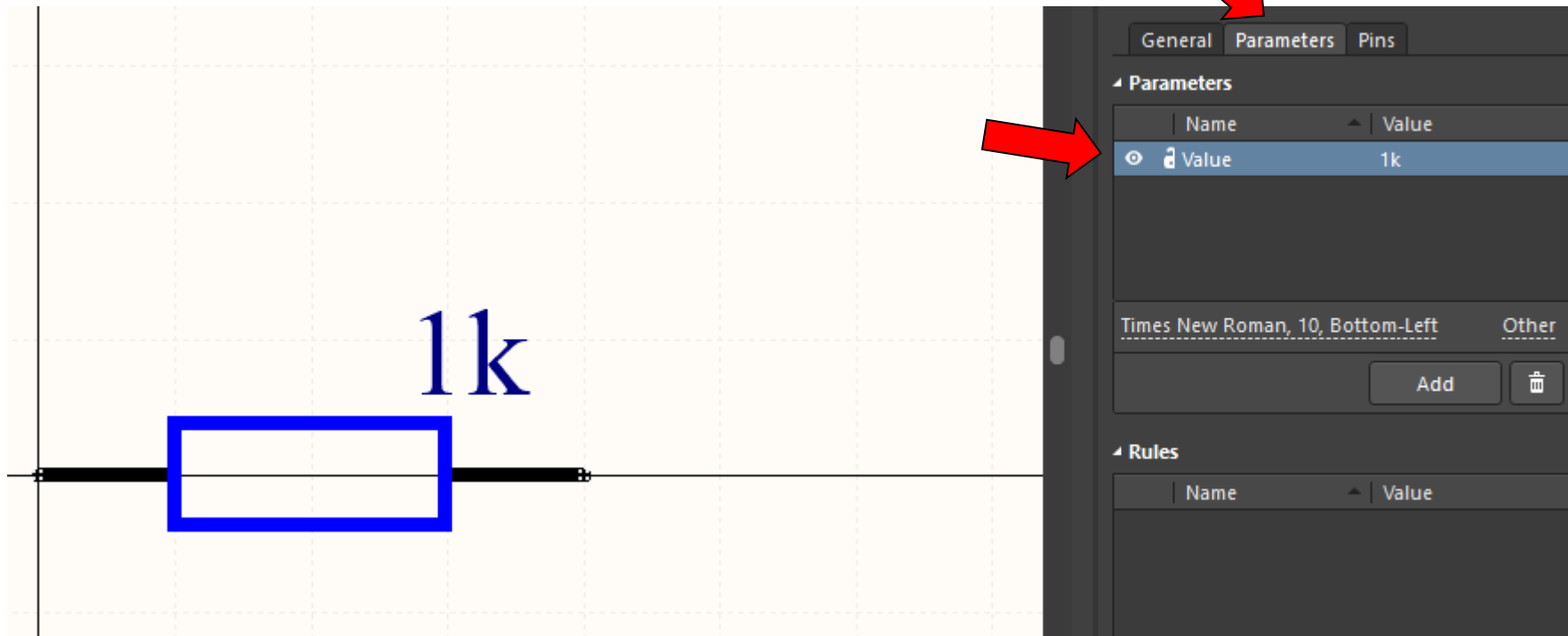
# Рисуем



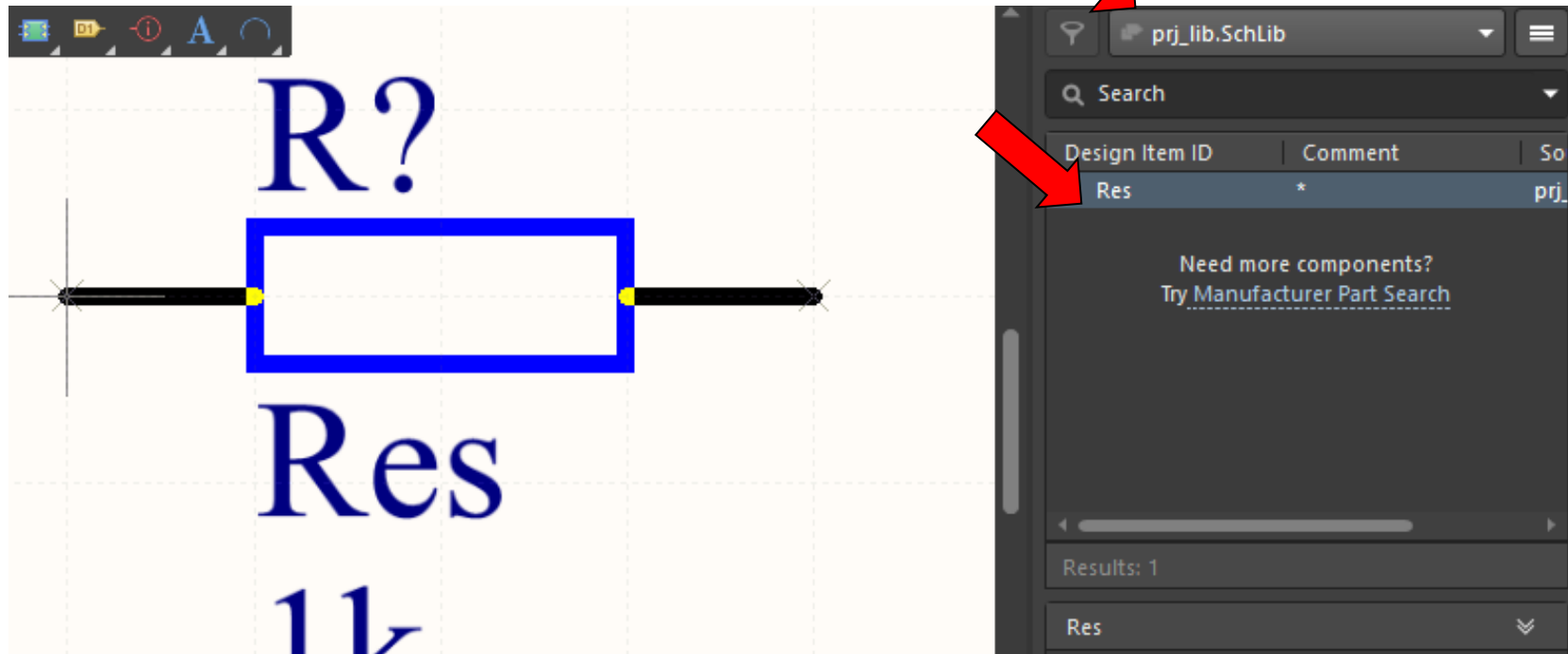
# Рисуем



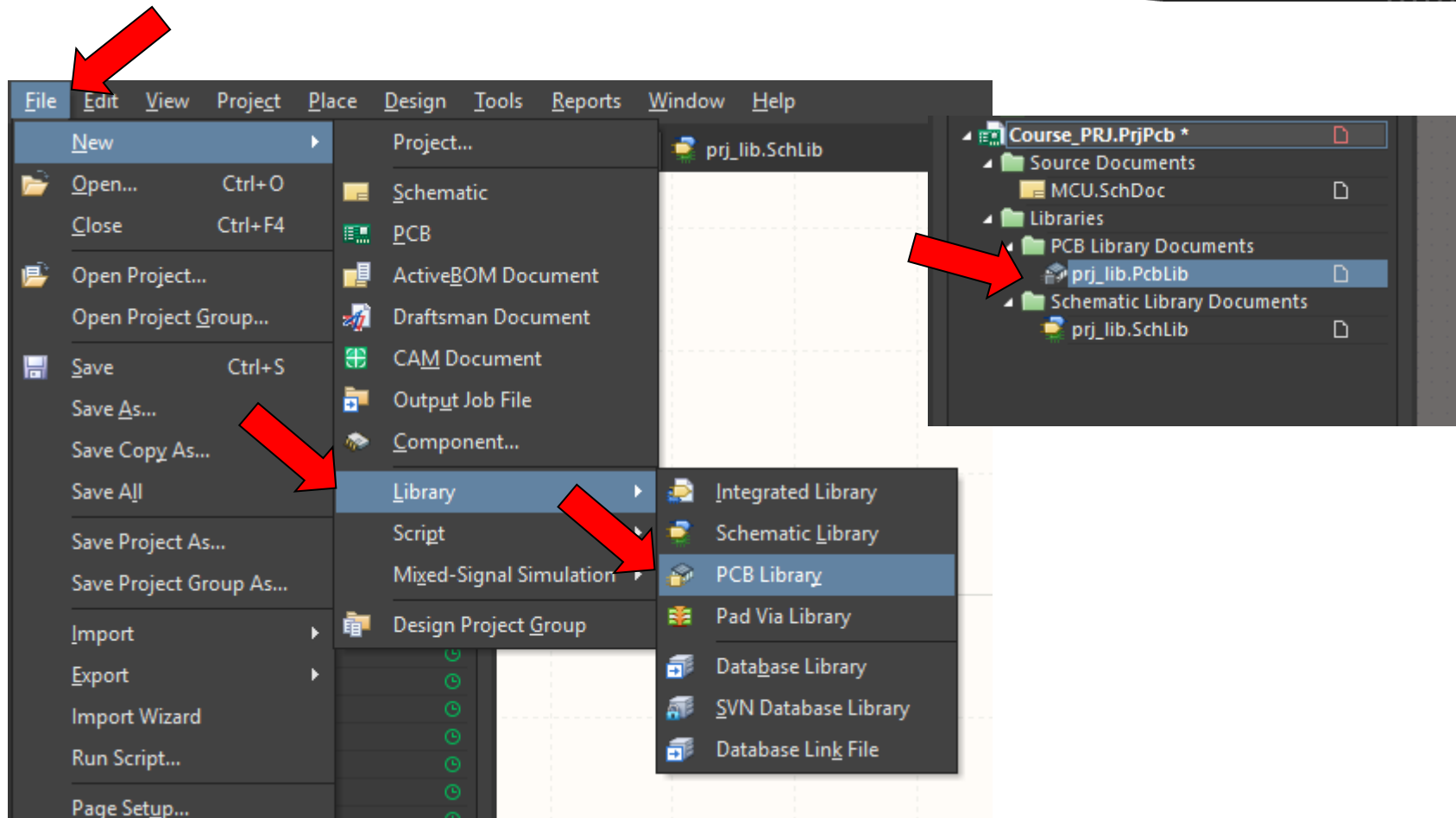
# Настройки параметров



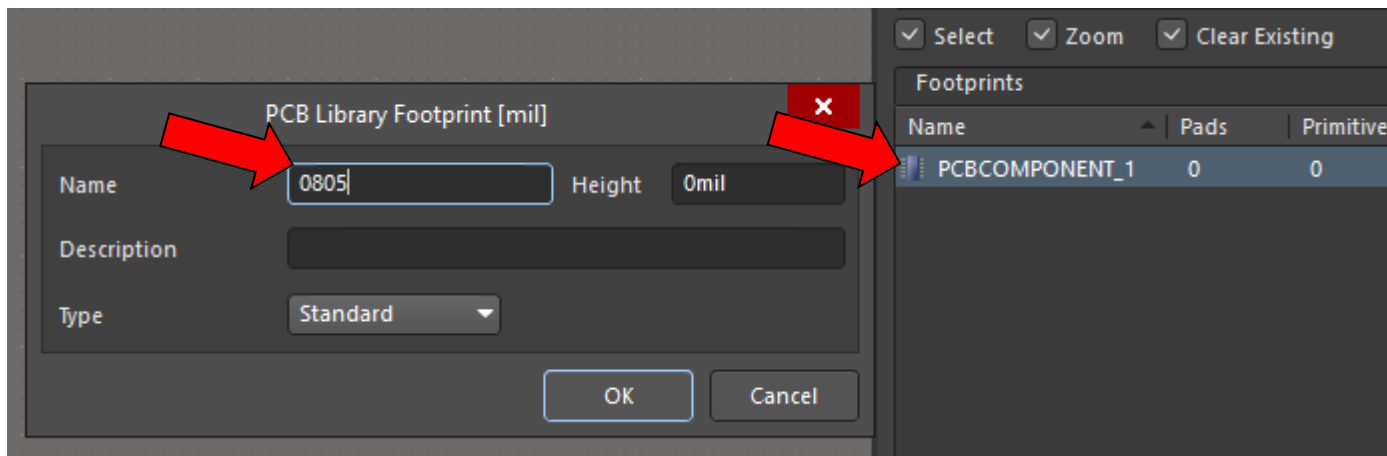
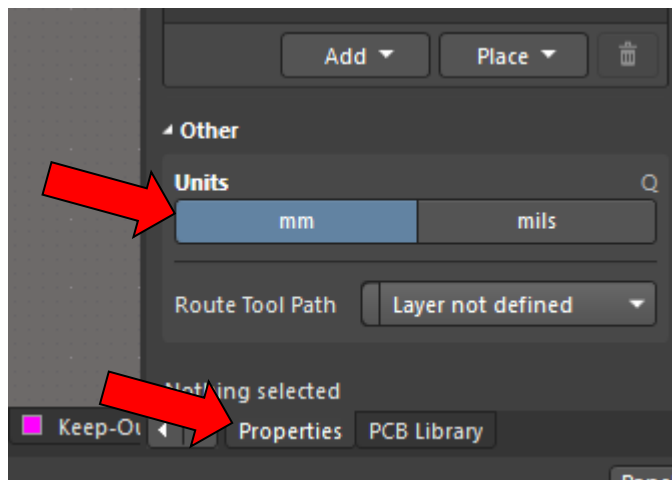
# Графическое изображение компонента создано



# Создание библиотеки фут-принтов

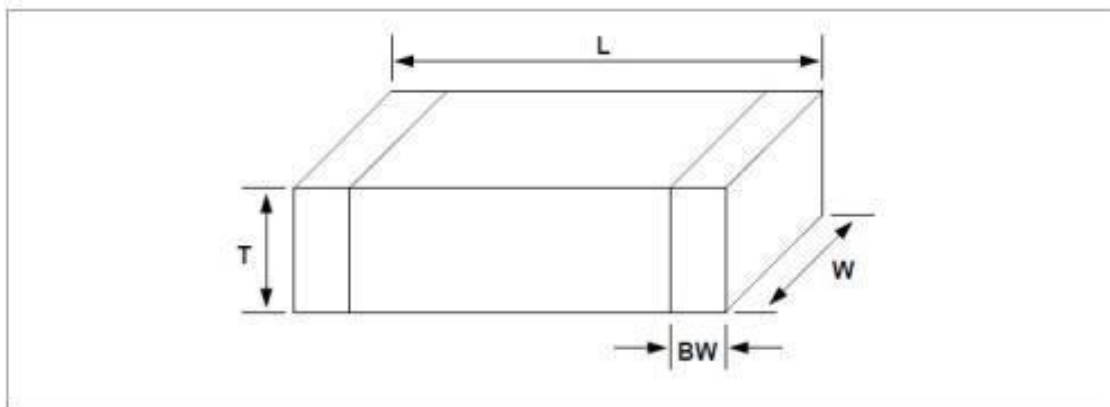


# Настраиваем библиотеку и переименовываем компонент



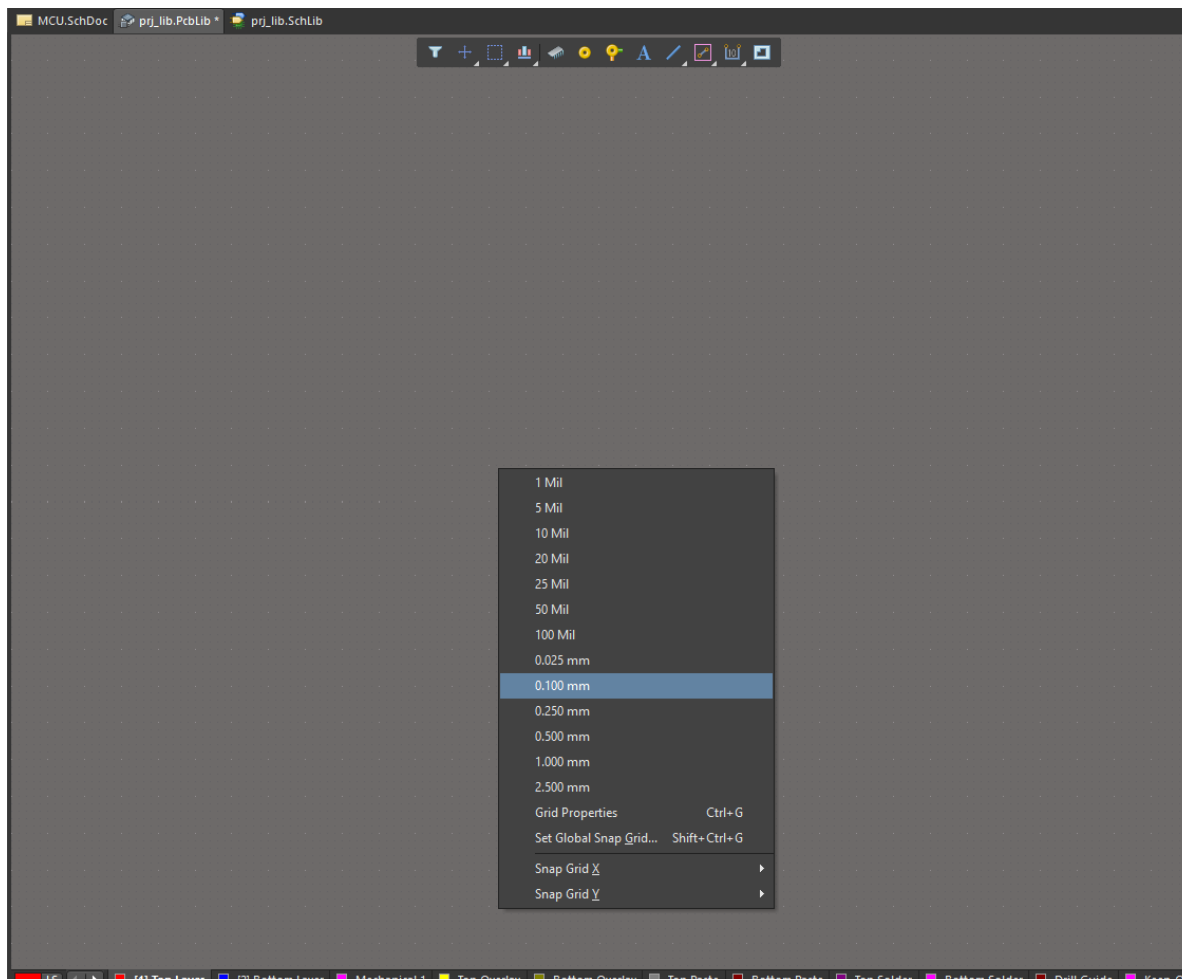


# Таблица SMD компонентов

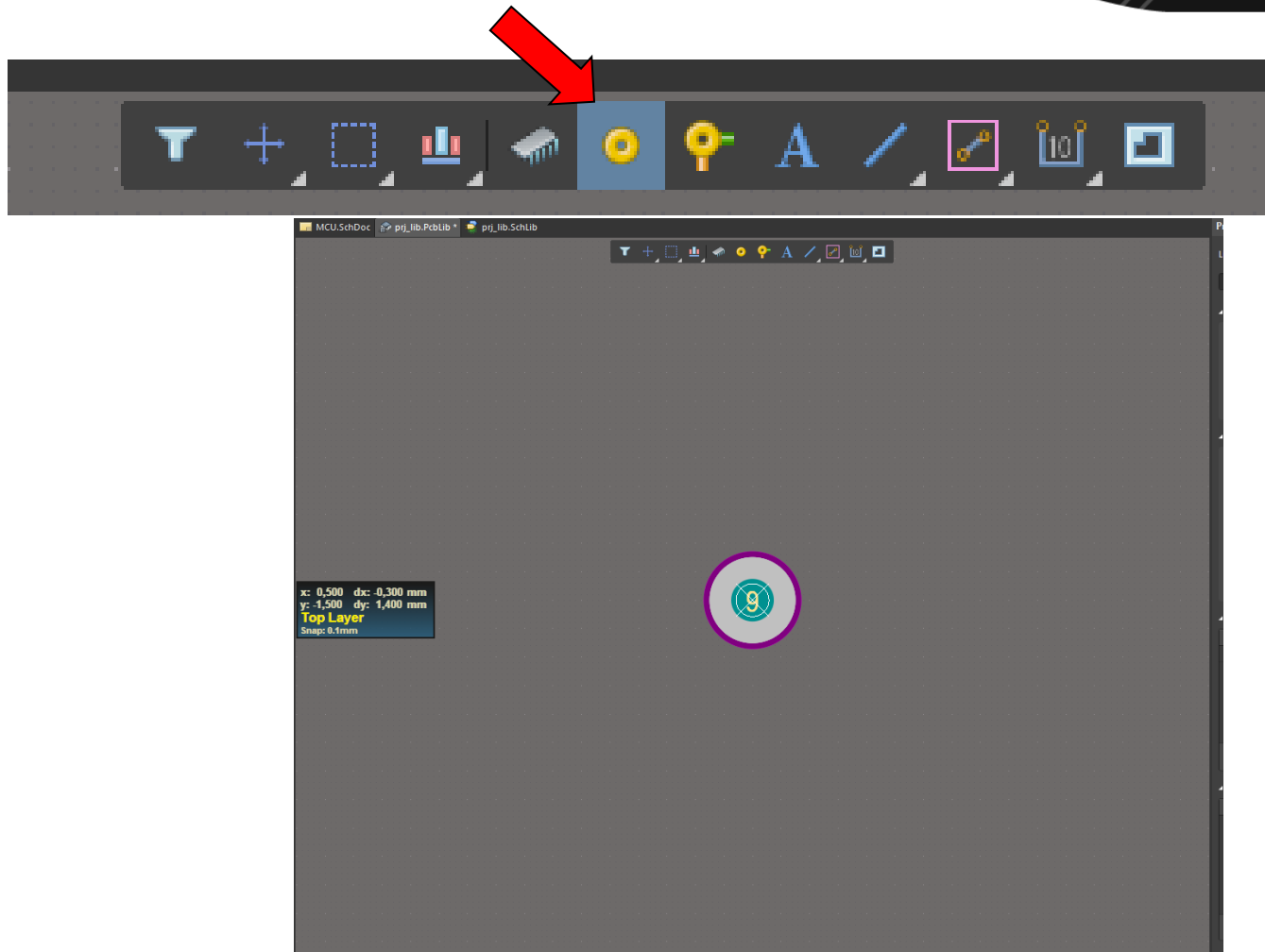


CODE	EIA CODE	DIMENSION ( mm )			
		L	W	T (MAX)	BW
03	0201	$0.6 \pm 0.03$	$0.3 \pm 0.03$	$0.3 \pm 0.03$	$0.15 \pm 0.05$
05	0402	$1.0 \pm 0.05$	$0.5 \pm 0.05$	$0.5 \pm 0.05$	$0.2+0.15/-0.1$
10	0603	$1.6 \pm 0.1$	$0.8 \pm 0.1$	$0.8 \pm 0.1$	$0.3 \pm 0.2$
21	0805	$2.0 \pm 0.1$	$1.25 \pm 0.1$	$1.25 \pm 0.1$	$0.5+0.2/-0.3$
31	1206	$3.2 \pm 0.2$	$1.6 \pm 0.2$	$1.6 \pm 0.2$	$0.5+0.2/-0.3$
32	1210	$3.2 \pm 0.3$	$2.5 \pm 0.2$	$2.5 \pm 0.2$	$0.6 \pm 0.3$
43	1812	$4.5 \pm 0.4$	$3.2 \pm 0.3$	$3.2 \pm 0.3$	$0.8 \pm 0.3$
55	2220	$5.7 \pm 0.4$	$5.0 \pm 0.4$	$3.2 \pm 0.3$	$1.0 \pm 0.3$

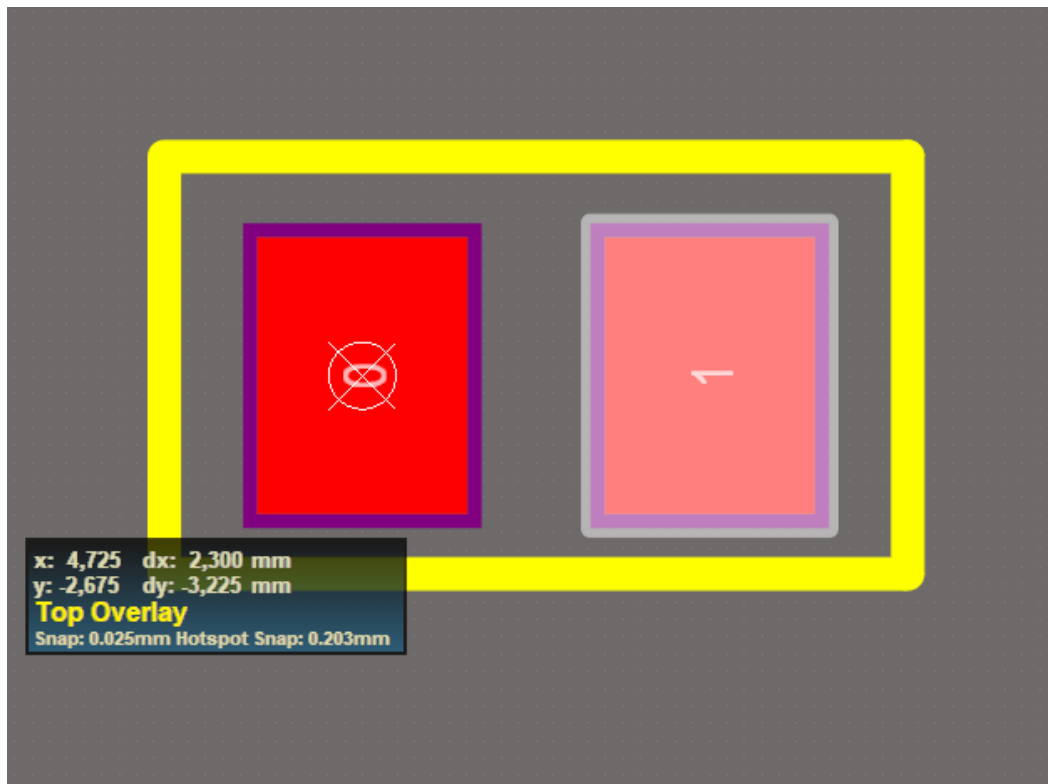
# Настраиваем сетку (горячая клавиша G)



# Добавляем пады



# Настройки



Pad

3D Bodies (and 9 more)

Search

### Pad Template

Template: r152\_200

Library: <Local>

### Location

(X/Y): 2.5mm 0mm

Rotation: 0.000

### Properties

Designator: 1

Layer: Top Layer

Electrical Type: Load

Pin Package Length: 0mm

Jumper: 0

### Size and Shape

1.524mm

2mm

0mm, 0mm

Simple Top-Middle-Bottom Full Stack

Shape: Rectangular

(X/Y): 1.524mm 2mm

Corner Radius: 50%

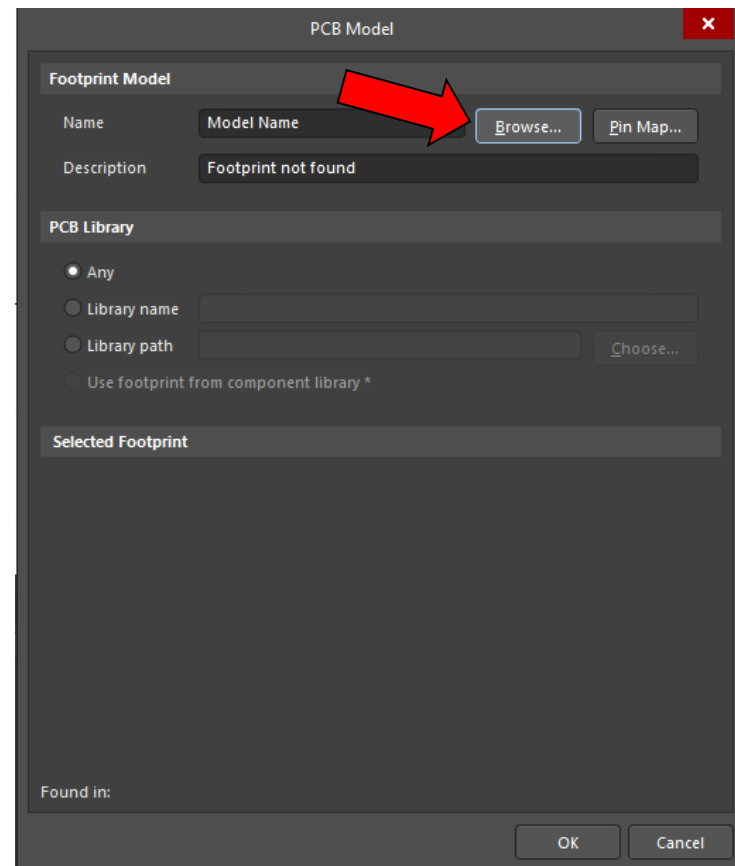
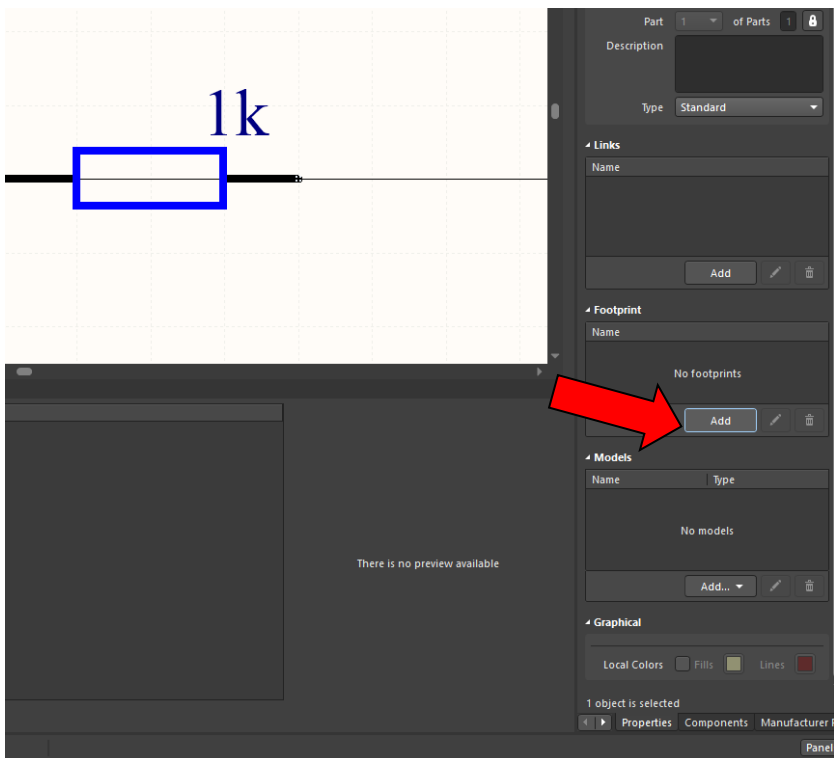
Thermal Relief: Relief, 0.254n

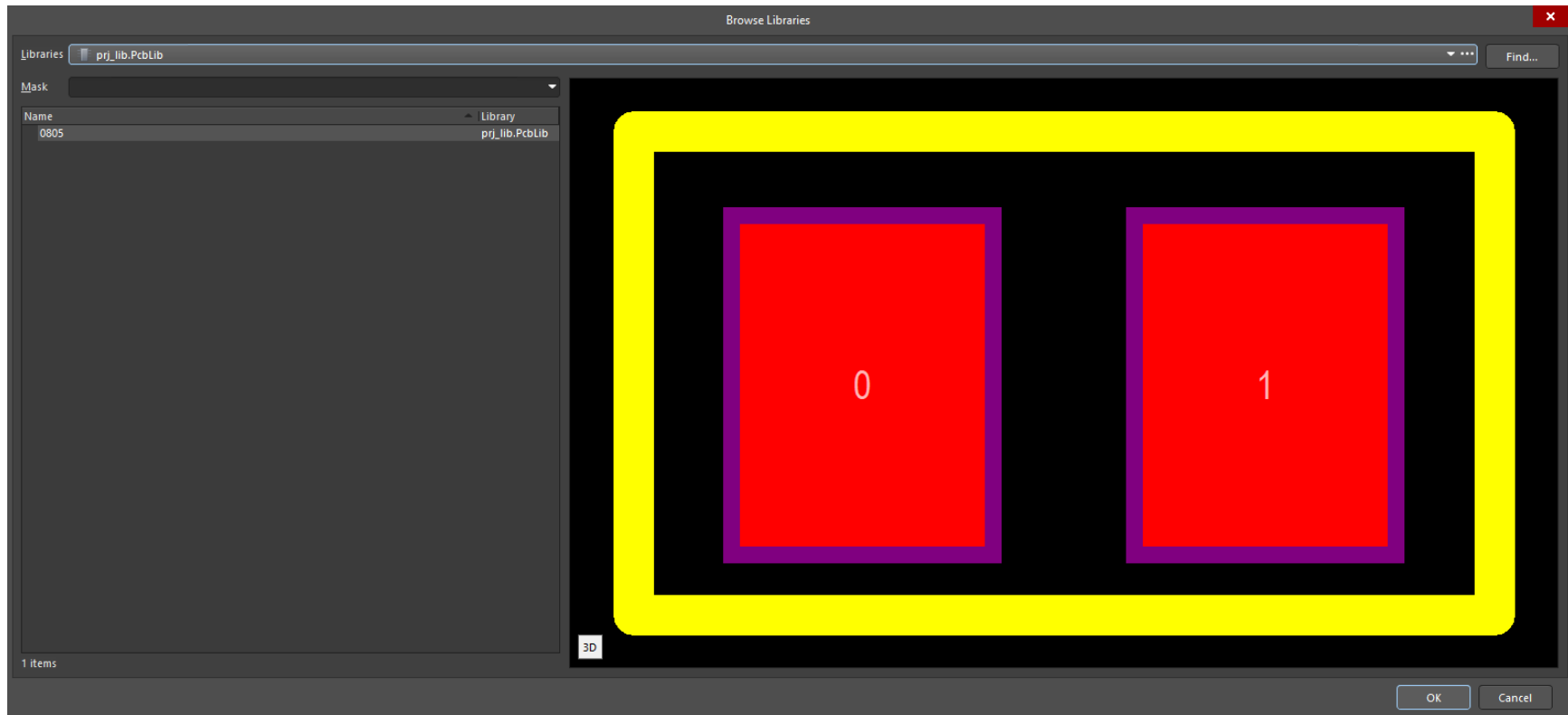
Offset From Hole Center (X/Y): 0mm 0mm

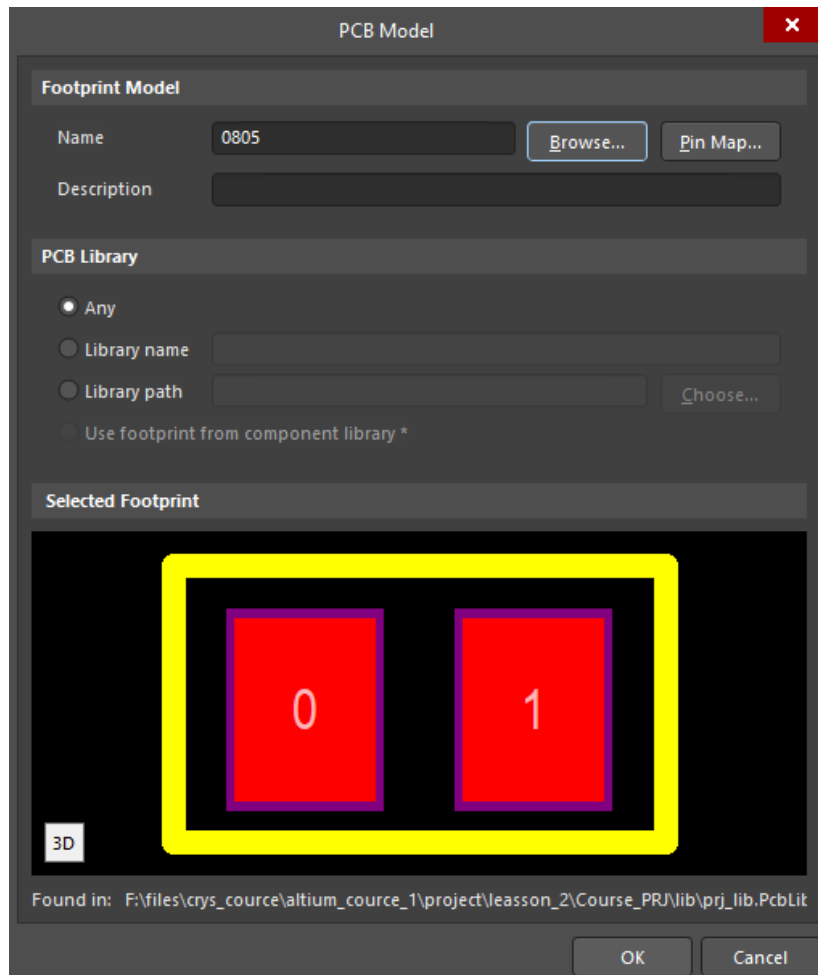
### Paste Mask Expansion

Rule Manual

# Связываем символ и фут-принт







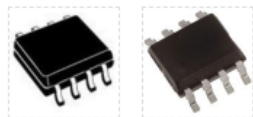
# Добавляем микросхему памяти в библиотеку

## M95040-WMN6TP, Энергонезависимая память, 4Кбит, SPI, [SO-8]

Ном. номер: 9000111175

Артикул: M95040-WMN6TP

Производитель: [ST Microelectronics](#)



Есть вопросы по товару?  
Задайте их прямо сейчас!

21 руб.

227 шт. со склада г.Москва,  
срок 3 рабочих дня

- 1 +

от 10 шт. — 16 руб.  
от 100 шт. — 14 руб.

Добавить в корзину 1 шт. на сумму 21 руб.

В корзину

Описание

Сроки доставки

Цена и наличие в магазинах

EEPROM

EEPROM Serial-SPI 4K-bit 512 x 8 3.3V/5V 8-Pin SO N T/R

### Технические параметры

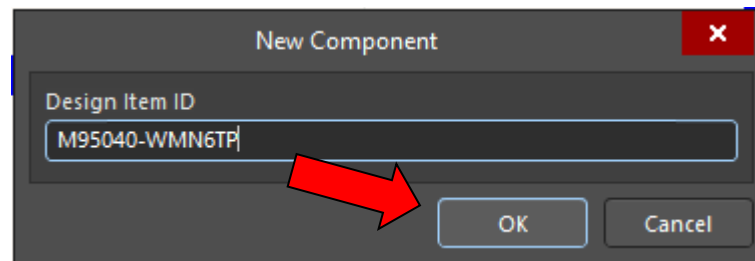
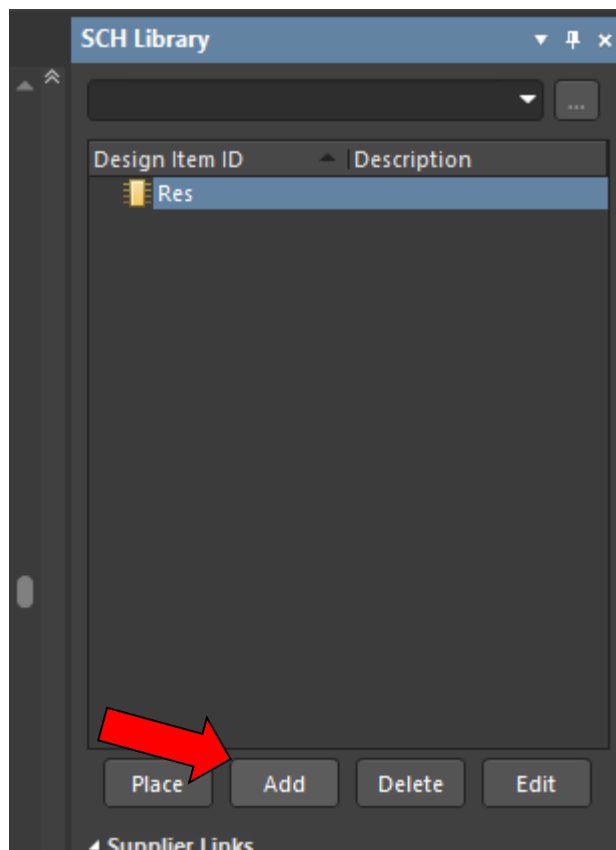
Серия	<a href="#">m95</a>
Тип памяти	<a href="#">eeprom</a>
Объем памяти	<a href="#">4 кбит(512x8)</a>
Максимальная тактовая частота (скорость)	<a href="#">10 мГц</a>
Интерфейс	<a href="#">spi serial</a>
Напряжение питания, В	<a href="#">2.5...5.5</a>
Рабочая температура, °C	<a href="#">-40...+85</a>
Корпус	<a href="#">soic-8(3.9мм)</a>

### Дополнительная информация

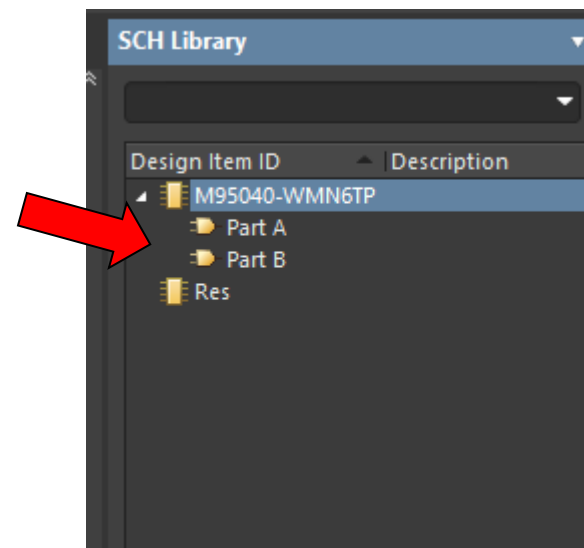
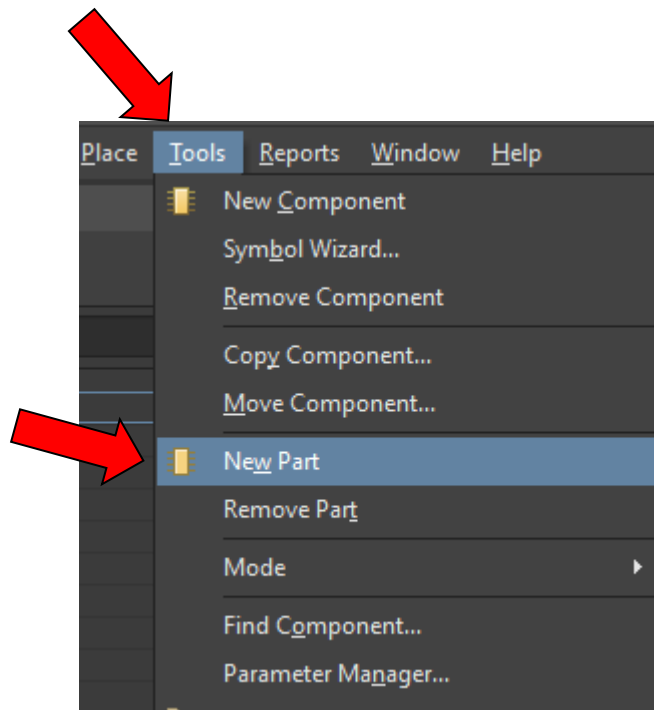
[PDF Datasheet M95040-WMN6TP](#)



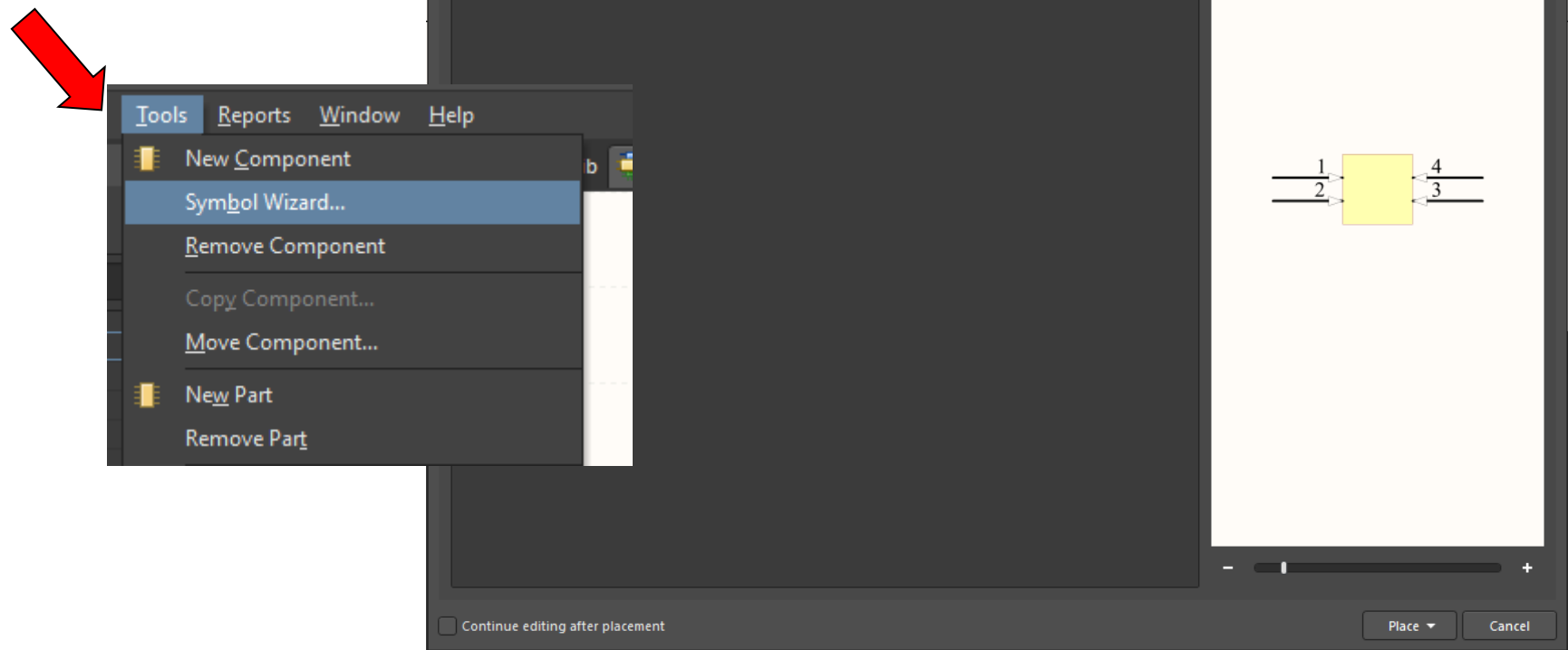
# Создаем символ



# Добавляем к компоненту еще одну часть символа



# Автоматически добавляем часть с интерфейсом



## Figure 2. 8-pin package connections

M95xxx

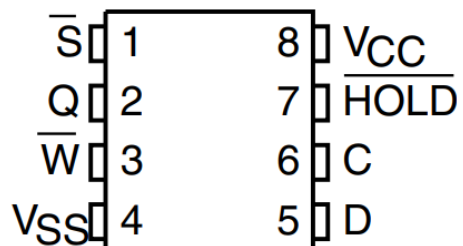
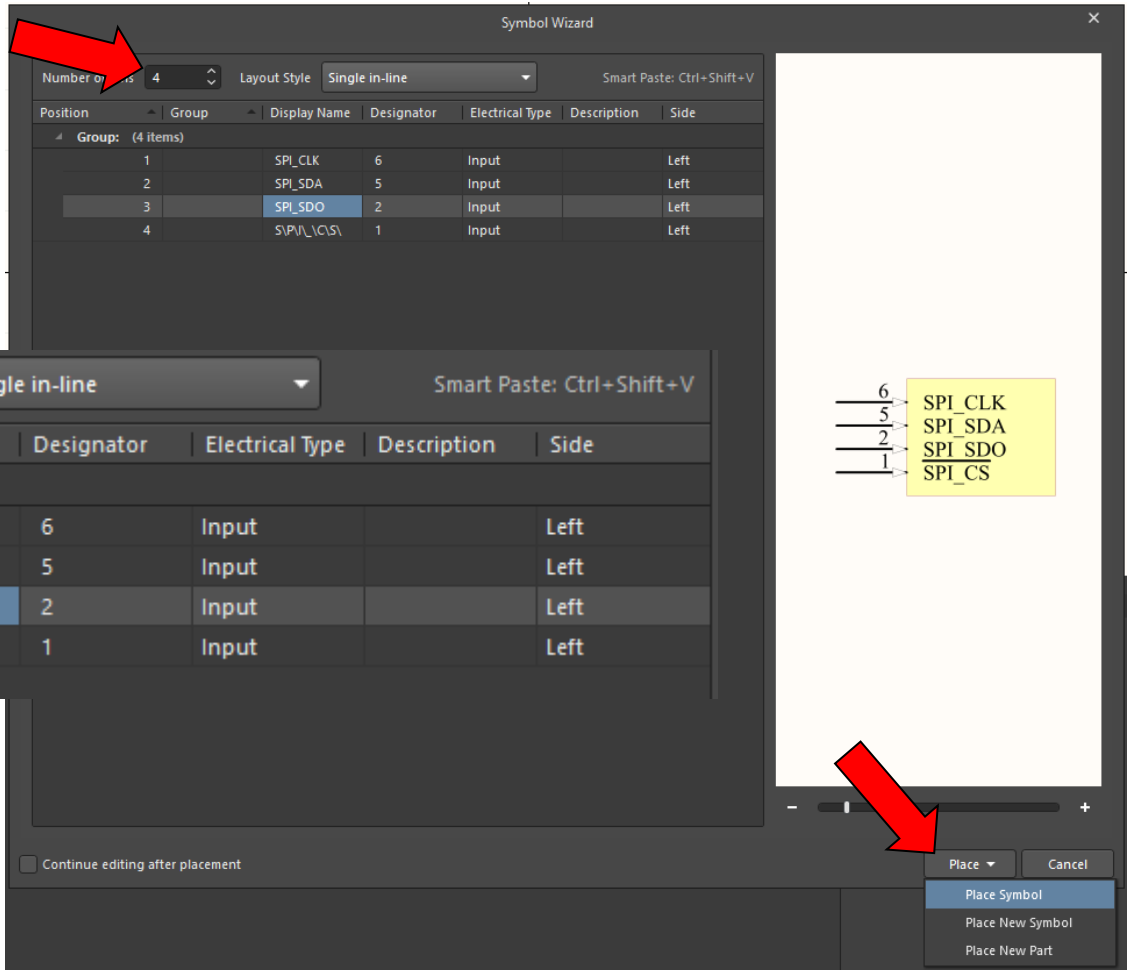
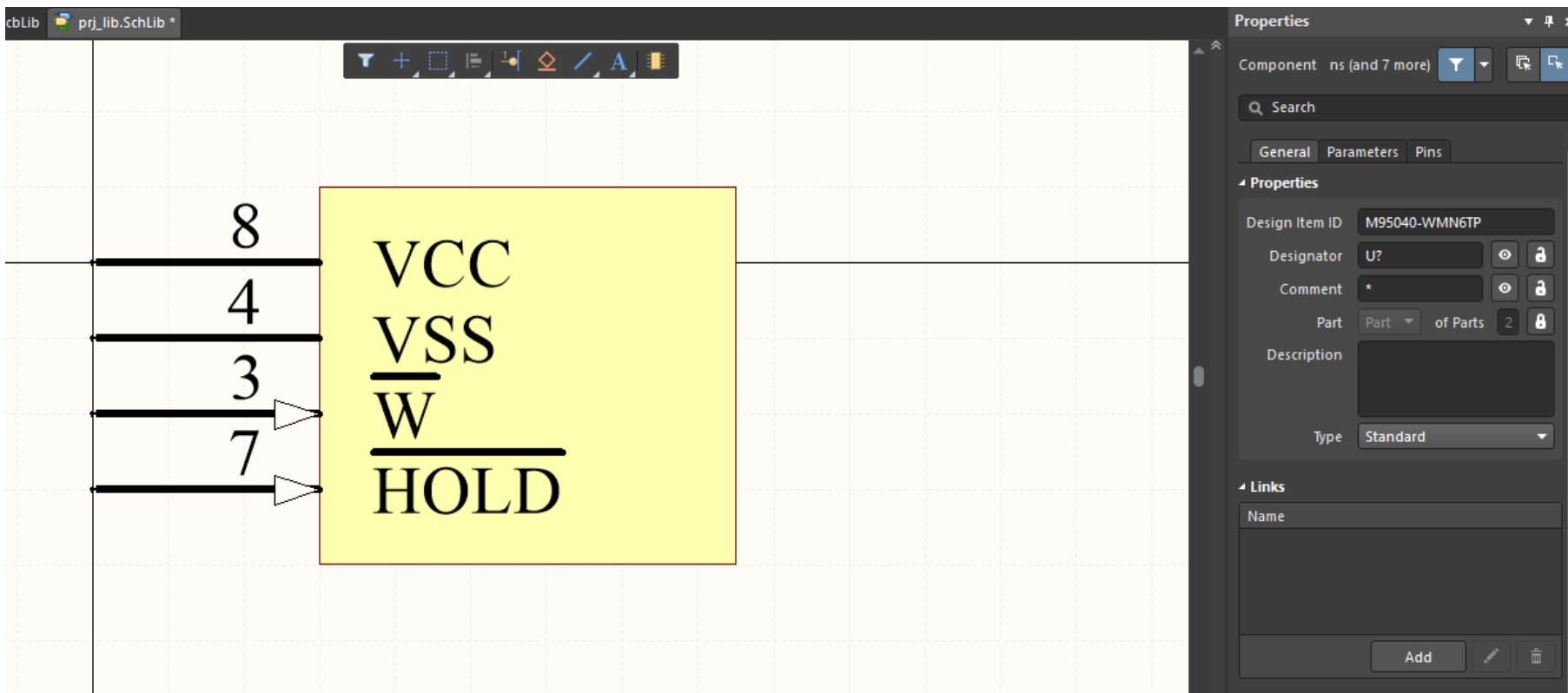


Table 2. Signal names

Signal name	Function
C	Serial Clock
D	Serial Data input
Q	Serial Data output
$\overline{S}$	Chip Select
$\overline{W}$	Write Protect
$\overline{HOLD}$	Hold
$V_{CC}$	Supply voltage
$V_{SS}$	Ground

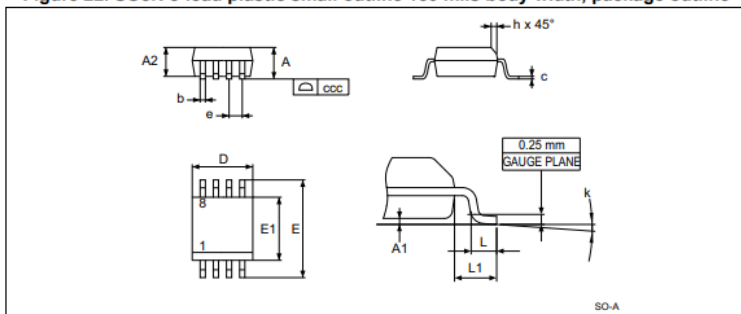


# Повторяем для второй части



# Создаем футпринт для микросхемы

Figure 22. SO8N 8-lead plastic small outline 150 mils body width, package outline

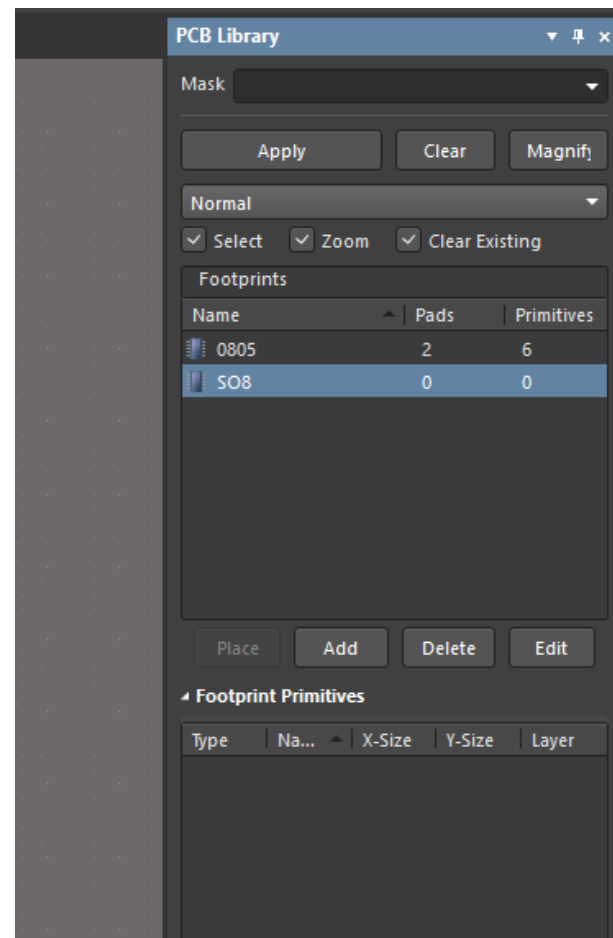


1. Drawing is not to scale.

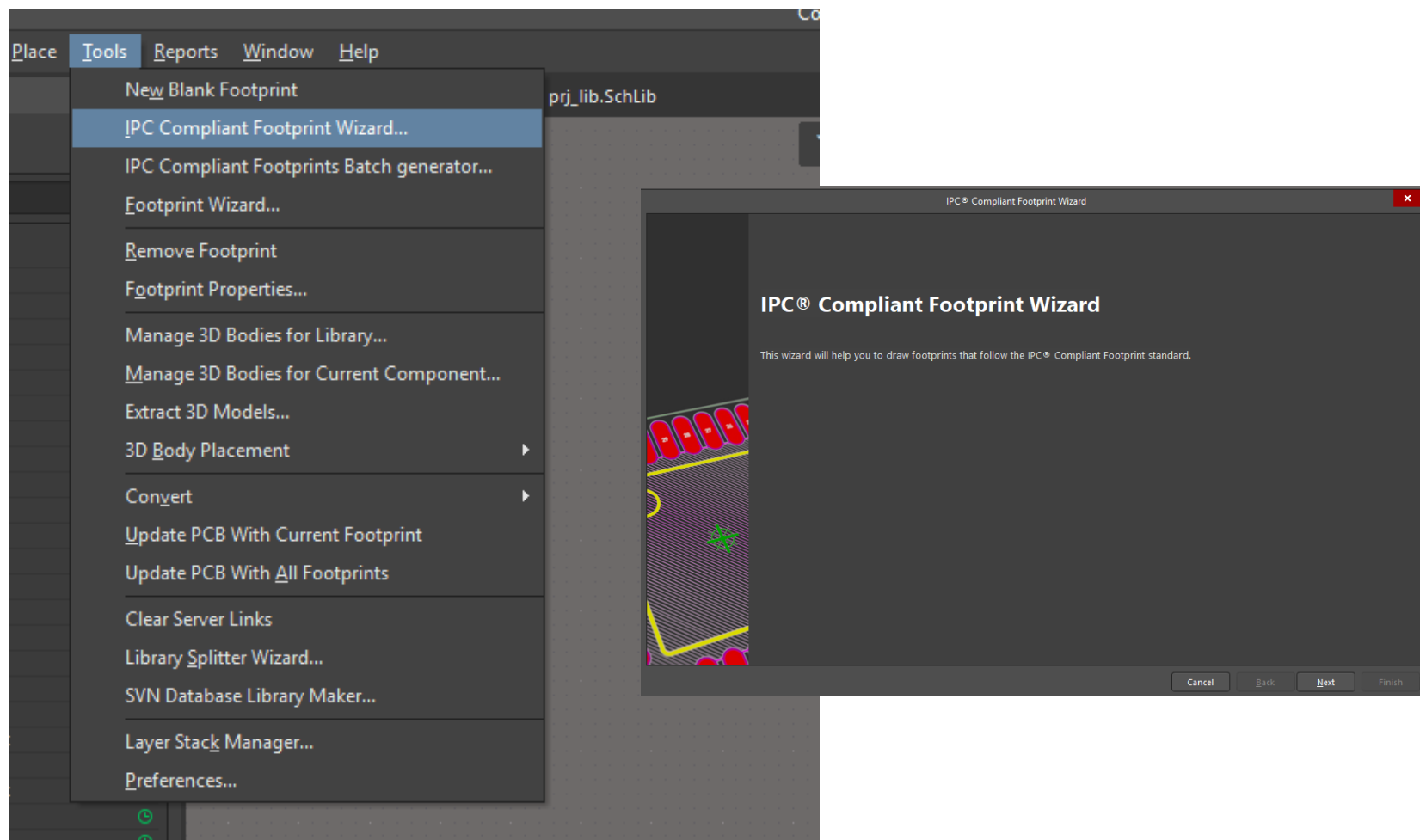
Table 22. SO8N 8-lead plastic small outline, 150 mils body width, package mechanical data

Symbol	Millimeters			Inches <sup>(1)</sup>		
	Typ.	Min.	Max.	Typ.	Min.	Max.
A	-	-	1.75	-	-	0.0689
A1	-	0.1	0.25	-	0.0039	0.0098
A2	-	1.25	-	-	0.0492	-
b	-	0.28	0.48	-	0.011	0.0189
c	-	0.17	0.23	-	0.0067	0.0091
ccc	-	-	0.1	-	-	0.0039
D	4.9	4.8	5	0.1929	0.189	0.1969
E	6	5.8	6.2	0.2362	0.2283	0.2441
E1	3.9	3.8	4	0.1535	0.1496	0.1575
e	1.27	-	-	0.05	-	-
h	-	0.25	0.5	-	0.0098	0.0197
k	-	0°	8°	-	0°	8°
L	-	0.4	1.27	-	0.0157	0.05
L1	1.04	-	-	0.0409	-	-

1. Values in inches are converted from mm and rounded to 4 decimal digits.



# Открываем визард для автоматического создания фут-принта





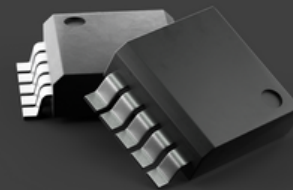
## Select Component Type

Select the family of components you wish to create.

## Component Types

Name	Description	Included Packages
LGA	Land Grid Array	LGA
MELF	MELF Components, 2-Pins	Diode, Resistor
MOLDED	Molded Components, 2-Pins	Capacitor, Inductor, Diode
PLCC	Plastic Leaded Chip Carrier, Square - J Leads	PLCC
PQFN	Pullback Quad Flat No-Lead	PQFN
PQFP	Plastic Quad Flat Pack	PQFP, PQFP Exposed Pad
PSON	Pullback Small Outline No-Lead	PSON
QFN	Quad Flat No-Lead	QFN, LLP
QFN-2ROW	Quad Flat No-Lead, 2 Rows, Square	Double Row QFN
SODFL	Small Outline Diode, Flat Lead	SODFL
SOIC	Small Outline Integrated Package, 1.27mm Pitch - Gullwing Lead: SOIC, SOIC Exposed Pad	
SOJ	Small Outline Package - J Leads	SOJ
SON	Small Outline Non-Lead	SON, SON Exposed Pad
SOP/TSOP	Small Outline Package - Gullwing Leads	SOP, TSOP, TSSOP
SOT143/343	Small Outline Transistor	SOT143, SOT343
SOT223	Small Outline Transistor	SOT223
SOT23	Small Outline Transistor	3-Leads, 5-Leads, 6-Leads
SOT89	Small Outline Transistor	SOT89
SOTFL	Small Outline Transistor, Flat Lead	3-Leads, 5-Leads, 6-Leads
WIRE WOUND	Precision Wire Wound Inductor, 2-Pins	Inductor

The selected component is SOIC.  
This will allow you to generate SOIC, SOIC Exposed Pad packages.



NOTE: All wizard measurement dimensions are required to be entered as metric (mm) units.

Cancel

Back

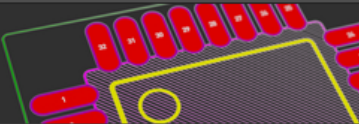
Next

Finish

IPC® Compliant Footprint Wizard

SOIC Package Dimensions

Enter the required package values.



Preview

Overall Dimensions

Width Range (H)

Minimum

5.8

Maximum

6.5

Maximum Height (A)

2.65mm

Minimum Standoff Height (A1)

0.1mm

Body Width Range (E)

Minimum

3.8

Maximum

4

Body Length Range (D)

Minimum

4.8

Maximum

5

Pin Information

Number of pins

8

Lead Width Range (B)

Minimum

0.31mm

Maximum

0.51mm

Lead Length Range (L)

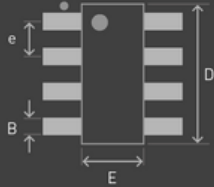
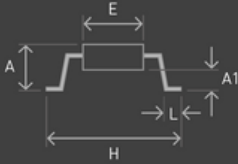
Minimum

0.4mm

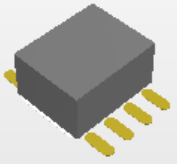
Maximum

1.27mm

All SOIC packages have a pitch (e) of 1.27mm

2D



☐ Generate STEP Model Preview

Cancel


Back


Next

Finish

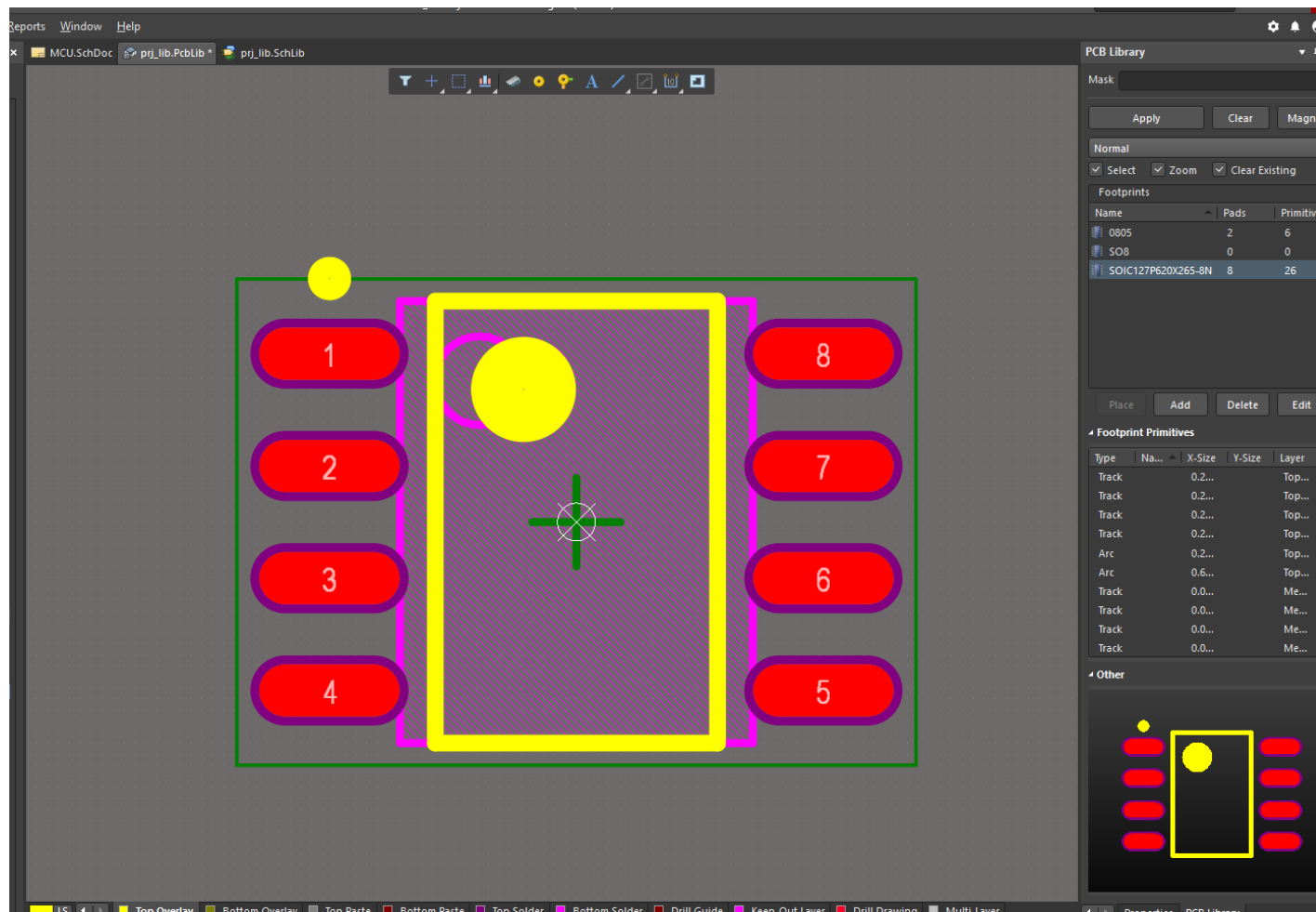
50

Copyright © 2009 Altium Limited – AD Overview – JK, V2.2 — Copyright © 2019 – Vladimir Khrustalev

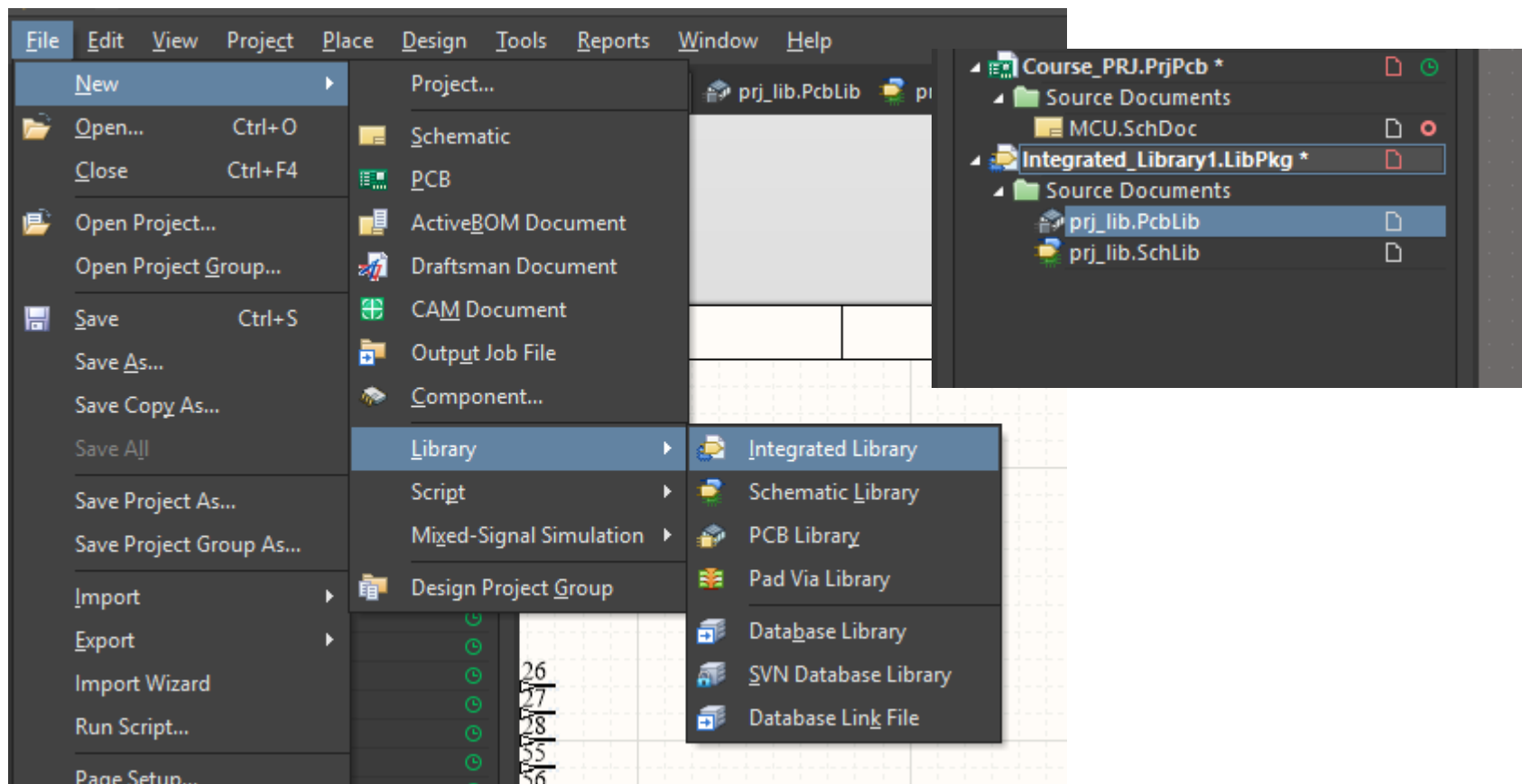
 RYAN



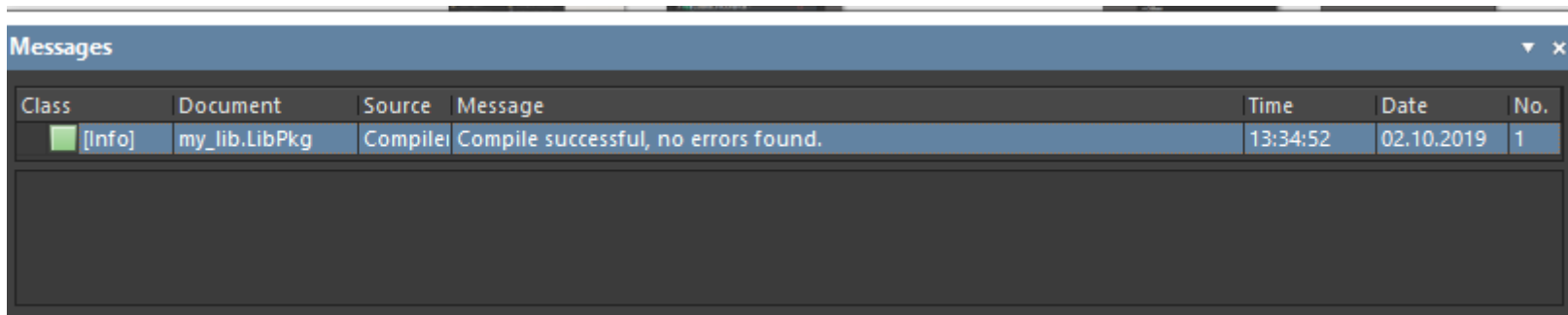
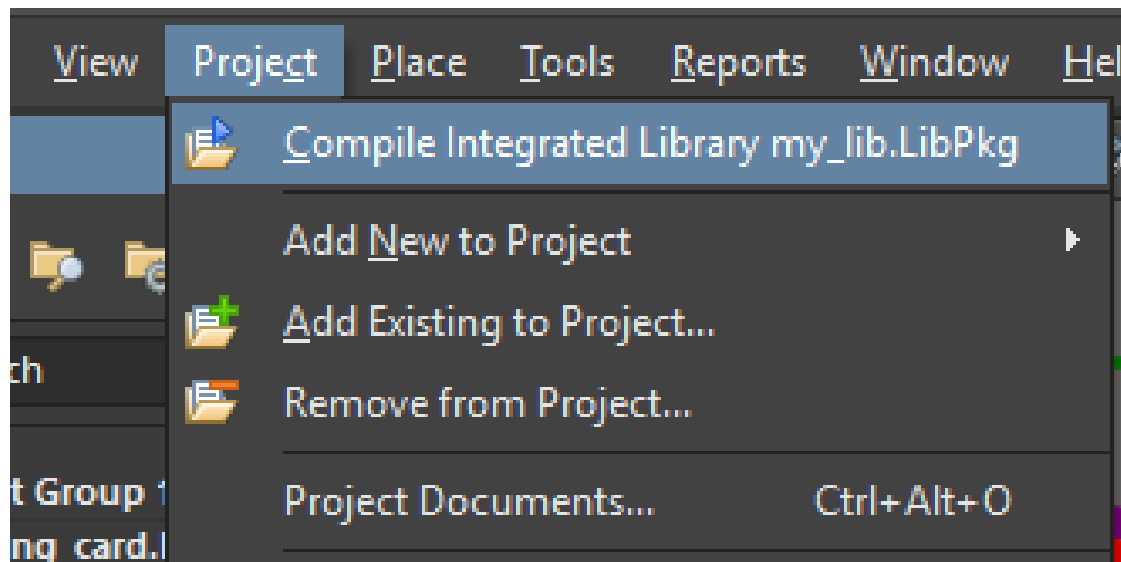
# Автоматически сгенерированный фут-принт



# Создаем интегрированную библиотеку



# Компилируем библиотеку



мпьютер > Локальный диск (F:) > files > crys\_source > altium\_course\_1 > project > leasson\_2 > Course\_PRJ > lib

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
History	02.10.2019 13:28	Папка с файлами	
Project Outputs for my_lib	02.10.2019 13:29	Папка с файлами	
my_lib.LibPkg	02.10.2019 13:29	Altium Integrated ...	37 КБ
prj_lib.PcbLib	02.10.2019 13:28	Altium PCB Library	109 КБ
prj_lib.SchLib	02.10.2019 13:26	Altium Schematic ...	8 КБ

мьютер > Локальный диск (F:) > files > crys\_source > altium\_course\_1 > project > leasson\_2 > Course\_PRJ > lib > Project Outputs for my\_lib

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
my_lib.IntLib	02.10.2019 13:29	Altium Compiled ...	23 КБ



***Altium***<sup>™</sup>

**Спасибо за внимание,  
спасибо за старания!**

**GitHub** [https://github.com/v-crys/AD19\\_C1\\_L1](https://github.com/v-crys/AD19_C1_L1)