

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»  
Кафедра «Технология приборостроения (РЛ6)»

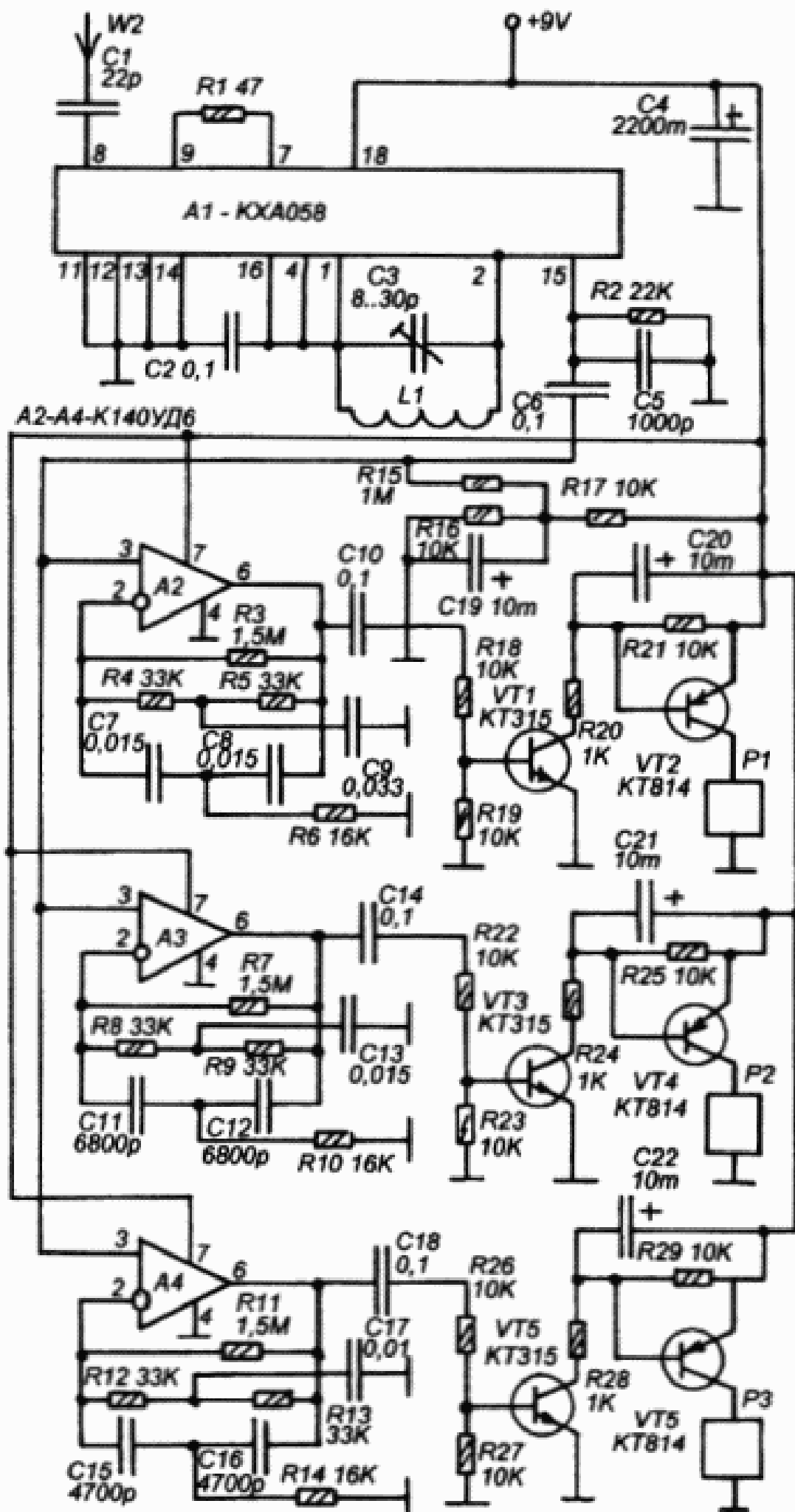
---

Домашнее задание  
по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства  
радиоэлектронных средств»

Выполнил ст. группы РЛ6-61  
Филимонов С.В..

Преподаватель Руденко Н.Р.

Москва, 2023



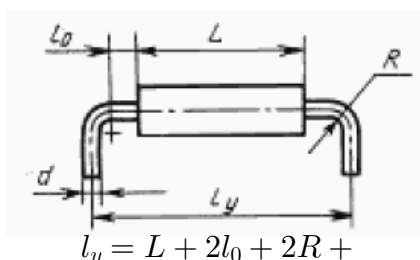
# Информация из ОСТов

Выбор диаметров монтажных отверстий, диаметров контактной площадки, установочный размер и варианты установки выбирались в соответствии с ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы».

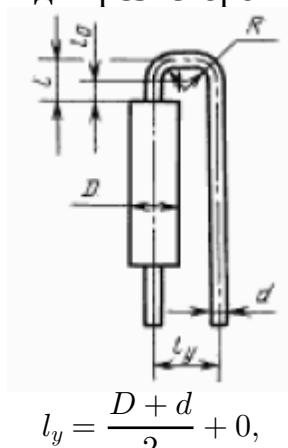
Диаметр монтажного отверстия  $D_m$  определяется путём прибавления к номинальному диаметру выводов ИЭТ 0.1...0.5мм. Определяем диаметр для каждого ИЭТ, выбирая оптимальные 0.3 или 0.4 мм.

Диаметр контактной площадки  $D_{кп}$  определяется путём прибавления к диаметру монтажного отверстия 0.6 мм ( $2*b = 2 * 0.3 = 0.6$ м для первого класса точности).

Установочный размер в мм для резисторов, конденсаторов и диодов вариант 1:



Установочный размер в мм для резисторов и конденсаторов вариант 2:

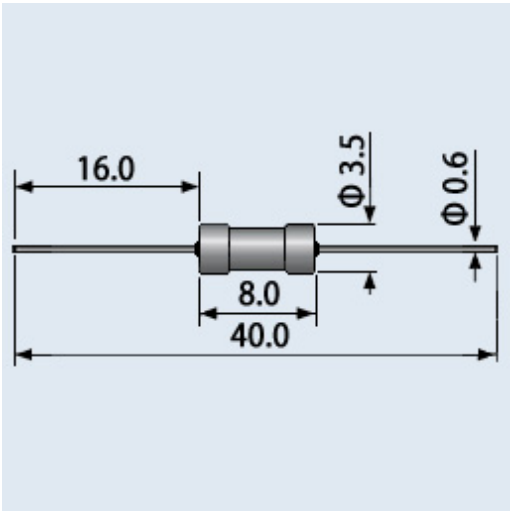
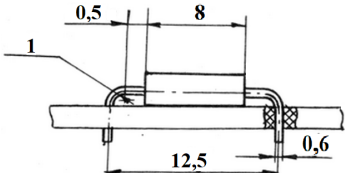
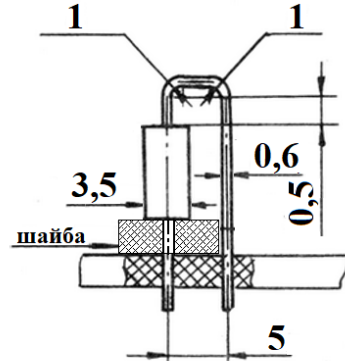

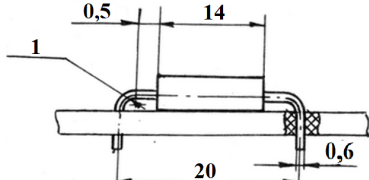


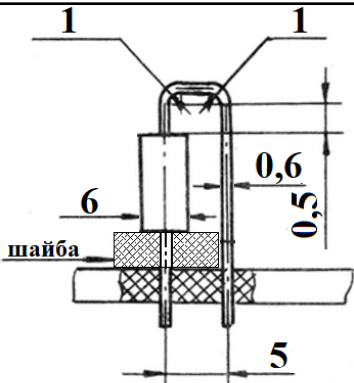
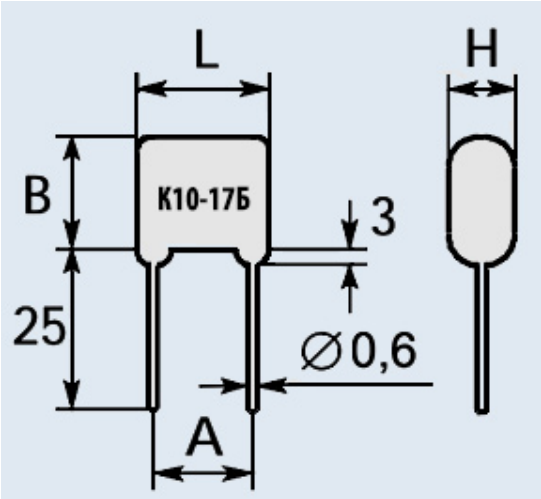
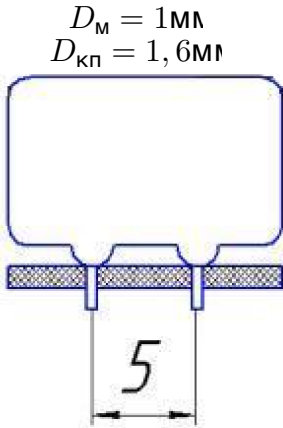
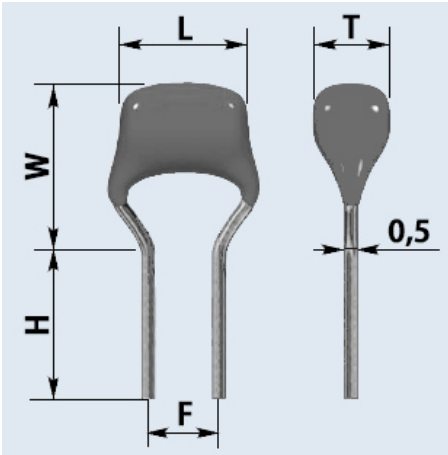
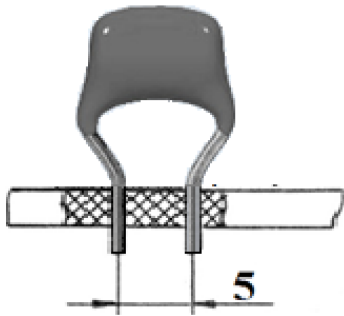
Причём  $l_0$  и  $R$ :

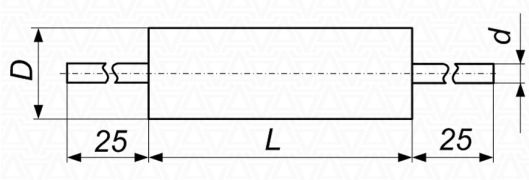
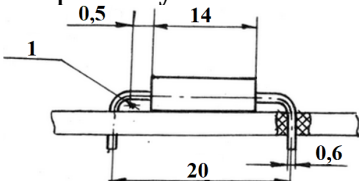
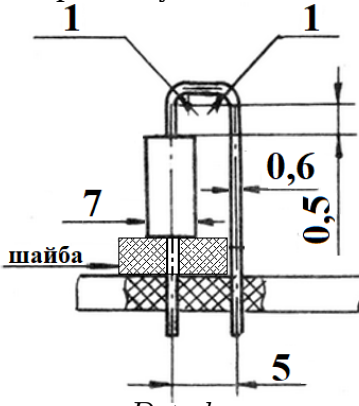
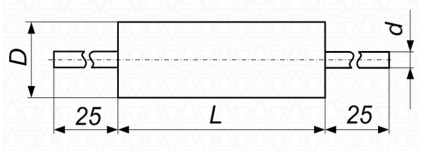
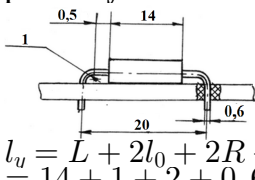
1.6. Минимальный размер от корпуса ИЭТ до места изгиба при формовке выводов $l_0$ , мм:	
для резисторов, конденсаторов . . . . .	0,5
для микросхем и других ИЭТ в корпусах типа 4 по ГОСТ 17467 . . . . .	1,0
для полупроводниковых приборов . . . . .	2,0
для дросселей . . . . .	3,5
1.7. Минимальный внутренний радиус изгиба выводов $R$ , мм:	
для выводов диаметром или толщиной до 0,5 мм включительно . . . . .	0,5
для выводов диаметром или толщиной свыше 0,5 до 1,00 мм включительно . . . . .	1,0
для выводов диаметром или толщиной свыше 1,0 мм . . . . .	1,5

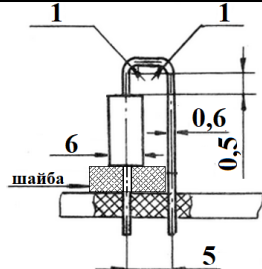
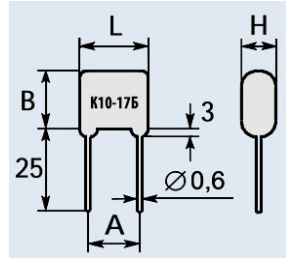
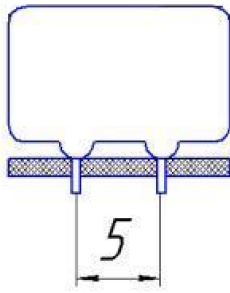
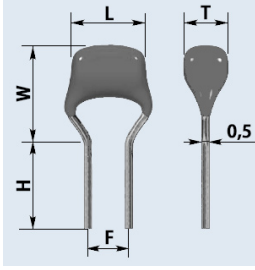
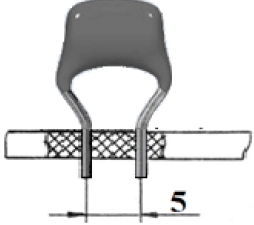
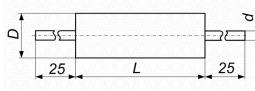
При расчёте установочной площади к габаритным размерам прибавляется 1 мм в качестве расстояния между соседними элементами

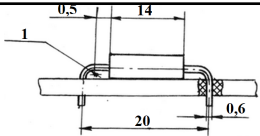
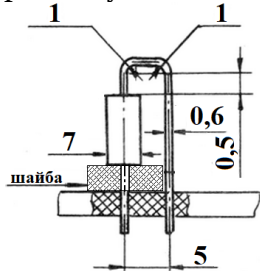
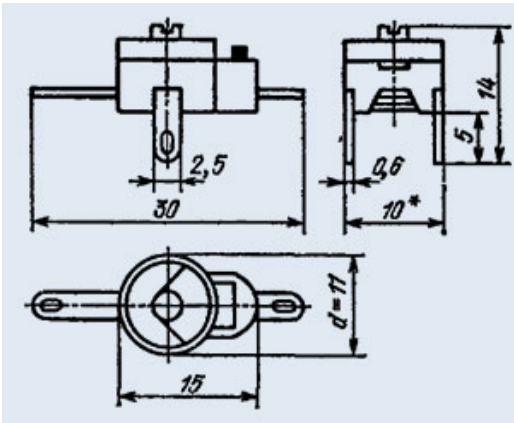
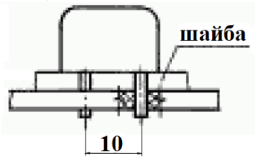
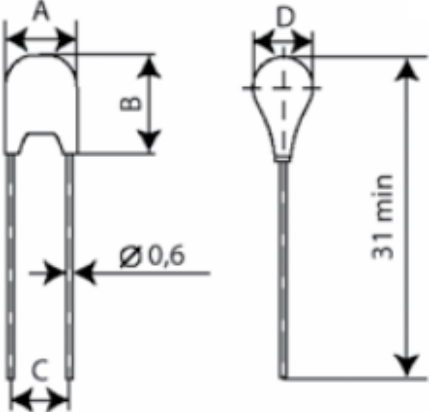
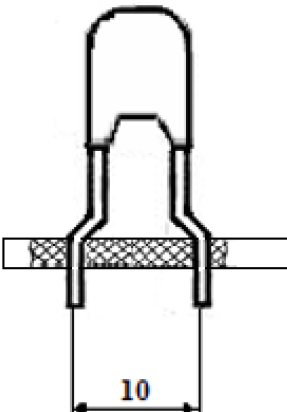
## Электронные компоненты, входящие в состав устройства

Компонент	Внешний вид	Диаметр монтажного отверстия, диаметр контактной площадки, установочный размер, варианты установки
<p>Резистор (29 шт.: 1.5МОм(3 шт.), 1МОм, 33кОм (6 шт.), 22 кОм, 16 кОм (3 шт.), 10 кОм(11 шт.), 1 кОм (3 шт.), 47 Ом)</p>	 <p>Установочная площадь (по 2-му варианту установки):</p> $S_{\text{уст.1}} = 8 \bullet 4,5 \approx 36\text{м}^2$ $S_{\text{уст.1}\Sigma} = 7 \bullet 56 = 252\text{м}^2$	$D_{\text{м}} = 1\text{мм}$ $D_{\text{кп}} = 1,6\text{мм}$ <p>Вариант установки 1:</p>  $l_y = L + 2l_0 + 2R +$ $= 8 + 1 + 2 + 0,6$ $\approx 12,5\text{мм}$ <p>Вариант установки 2:</p>  $l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5 :$ $= \frac{3,5 + 0,6}{2} + 0,5$ $\approx 5\text{мм}$
<p>Конденсатор (1шт. 0.01 мкФ)</p>	 $D = 6\text{мм}, L = 14\text{мм}, d = 0,6\text{мм}$ <p>Установочная площадь (по 2-му варианту установки):</p> $S_{\text{уст.3}} = 9,3 \bullet 7 = 65\text{м}^2$ $S_{\text{уст.3}\Sigma} = 2 \bullet 65 = 130\text{м}^2$	$D_{\text{м}} = 1\text{мм}$ $D_{\text{кп}} = 1,6\text{мм}$ <p>Вариант установки 1:</p>  $l_y = L + 2l_0 + 2R +$ $= 14 + 1 + 2 + 0,6$ $\approx 20\text{мм}$ <p>Вариант установки 2:</p>

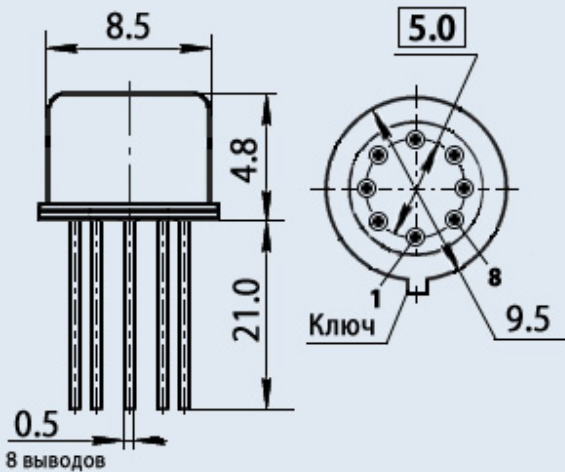
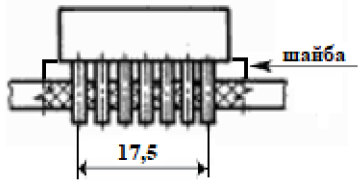
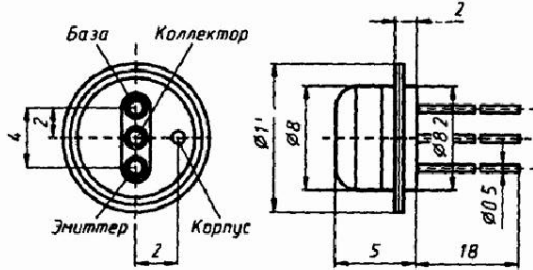
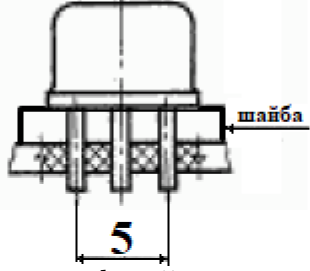
		 $l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5$ $= \frac{6 + 0,6}{2} + 0,5$ $\approx 5\text{мм}$
<p>Конденсатор (3 шт. 0.015Ф)</p>	 <p> <math>B = 4\text{мм}, L = 5,6\text{мм}, H = 3\text{мм}</math>  <math>A = 5\text{мм}</math> </p> <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{уст.4}} = 6,6 \bullet 4 \approx 26\text{мм}^2$ $S_{\text{уст.4}\Sigma} = 3 \bullet 26 = 78\text{мм}^2$	 <p> <math>D_{\text{м}} = 1\text{мм}</math>  <math>D_{\text{кп}} = 1,6\text{мм}</math>  <math>l_y = 5\text{мм}</math> </p>
<p>Конденсатор (1 шт. 0.022 мкФ)</p>		 <p> <math>D_{\text{м}} = 1,4\text{мм}</math>  <math>D_{\text{кп}} = 2\text{мм}</math> </p>

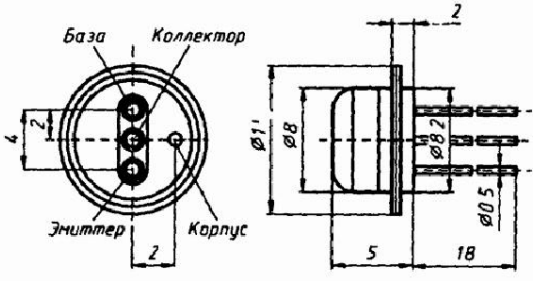
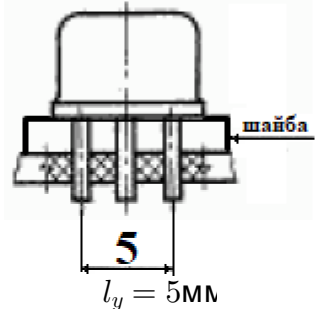
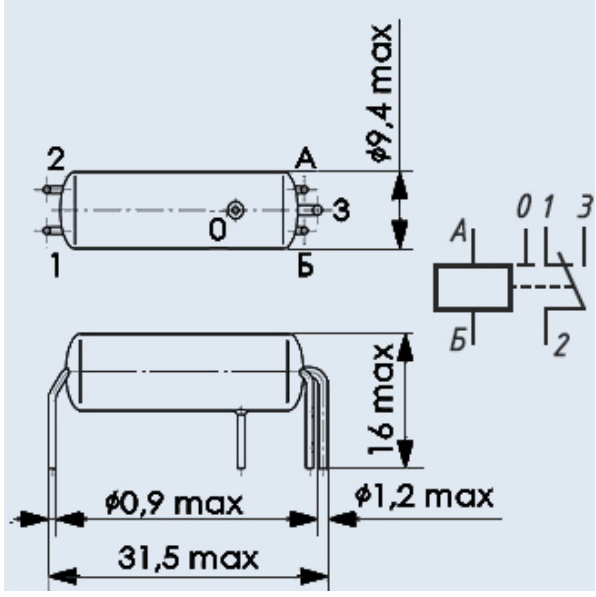
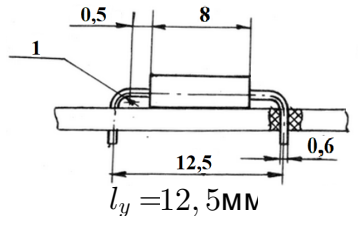
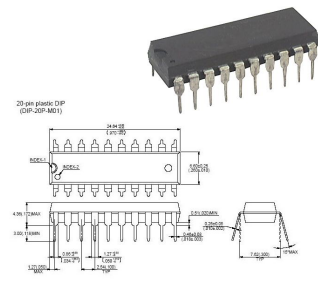
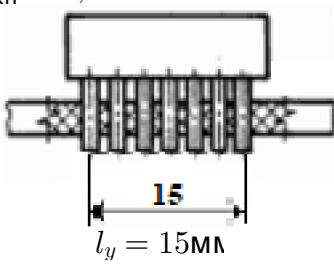
	$F = 5\text{мм}, L = 4,2\text{мм}, T = 3,8\text{л}$ $W = 3,8\text{мм}, H = 5\text{м}$ Установочная площадь: $S_{\text{уст.5}} = 5,2 \bullet 4,8 \approx 25\text{мл}$ $S_{\text{уст.5}\Sigma} = 1 \bullet 25 = 25\text{мл}$	$l_y = F = 5\text{мл}$
Конденсатор (1шт. 0.033 мкФ)	 $D = 7\text{мм}, L = 14\text{мм}, d = 0,6\text{мл}$ Установочная площадь (по 2-му варианту установки): $S_{\text{уст.6}} = 9,8 \bullet 8 = 79\text{мл}$ $S_{\text{уст.6}\Sigma} = 1 \bullet 79 = 79\text{мл}$	$D_M = 1\text{мл}$ $D_{\text{кп}} = 1,6\text{мл}$ Вариант установки 1:  $l_y = L + 2l_0 + 2R +$ $= 14 + 1 + 2 + 0,6$ $\approx 20\text{мм}$ Вариант установки 2:  $l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5 :$ $= \frac{7 + 0,6}{2} + 0,5 :$ $\approx 5\text{мм}$
Конденсатор (4шт. 0.1 мкФ)	 $D = 6\text{мм}, L = 14\text{мм}, d = 0$ Установочная площадь (по 2-му варианту установки): $S_{\text{уст.3}} = 9,3 \bullet 7 = ($ $S_{\text{уст.3}\Sigma} = 2 \bullet 65 =$	$D_M = 1\text{мл}$ $D_{\text{кп}} = 1,6\text{мл}$ Вариант установки 1:  $l_y = L + 2l_0 + 2R +$ $= 14 + 1 + 2 + 0,6$ $\approx 20\text{мм}$ Вариант установки 2:

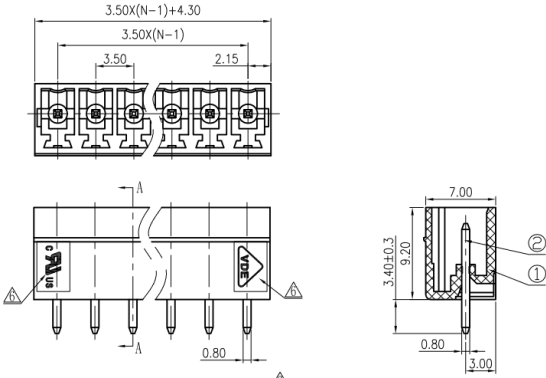
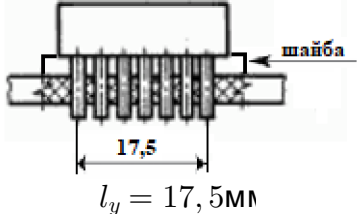
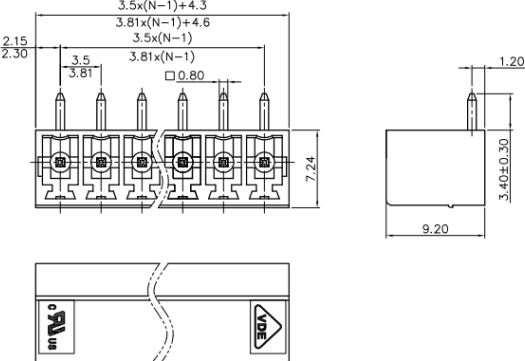
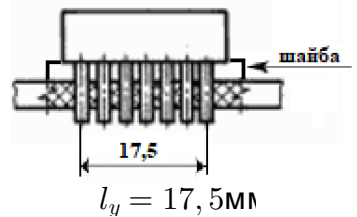
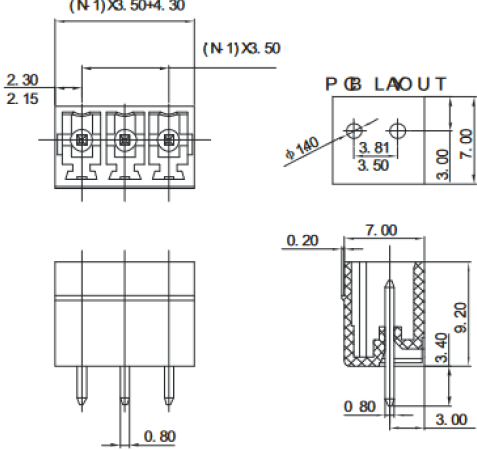
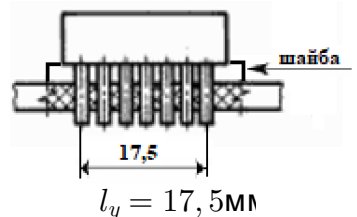
		 $l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5 = \frac{6 + 0,6}{2} + 0,5 \approx 5\text{mm}$
Конденсатор (1шт. 1 мкФ)	 <p> <math>B = 4\text{mm}, L = 5.6\text{mm}, H = 3\text{mm}</math>  <math>A = 5\text{mm}</math> </p> <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{уст.1}} = 6,6 \bullet 4 \approx 26,4$ $S_{\text{уст.15}} = 3 \bullet 26 = 78$	<p> <math>D_M = 1\text{mm}</math>  <math>D_{\text{кп}} = 1,6\text{mm}</math> </p>  <p><math>l_y = 5\text{mm}</math></p>
Конденсатор (2 шт. 4.7 мкФ)	 <p> <math>F = 5\text{mm}, T = 1,2\text{mm}</math>  <math>W = 3,8\text{mm}, H = 5\text{mm}</math> </p> <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{уст.5}} = 5,2 \bullet 4,8 \approx 25$ $S_{\text{уст.15}} = 1 \bullet 25 = 25$	<p> <math>D_M = 1,4\text{mm}</math>  <math>D_{\text{кп}} = 2\text{mm}</math> </p>  <p><math>l_y = F = 5\text{mm}</math></p>
Конденсатор (2шт. 6.8 мкФ)	 <p> <math>D = 7\text{mm}, L = 14\text{mm}</math> </p>	<p> <math>D_M = 1\text{mm}</math>  <math>D_{\text{кп}} = 1,6\text{mm}</math> </p> <p>Вариант установки 1:</p>

	<p>Установочная площадь (по 2-му варианту установки):</p> $S_{уст\ 6} = 9,8 \bullet 8 = ' $ $S_{уст\ 6\gamma} = 1 \bullet 79 = ' $	 $l_y = L + 2l_0 + 2R +$ $= 14 + 1 + 2 + 0,6$ $\approx 20\text{мм}$ <p>Вариант установки 2:</p>  $l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5 :$ $= \frac{7 + 0,6}{2} + 0,5 :$ $\approx 5\text{мм}$
<p>Конденсатор подстроечный</p>	 <p>Установочная площадь:</p> $S_{уст\ 7} = 31 \bullet 12 =$ $S_{уст\ 7\gamma} = 1 \bullet 372 =$	$D_M = \sqrt{0,6^2 \bullet 2,5^2}$ $= 2,6\text{мм}$ $D_{кп} = 3,2\text{мм}$  $l_y = 10\text{мм}$
<p>Катушка индуктивности</p>	 <p><math>A = 7\text{мм}, B = 9,8\text{мм}, C = 6\text{мм}</math></p>	$D_M = 1\text{мм}$ $D_{кп} = 1,6\text{мм}$ 



	$D = 6\text{мм}$ Установочная площадь: $S_{\text{уст.11}} = 11 \bullet 7 = 77\text{мм}^2$ $S_{\text{уст.11}\Sigma} = 1 \bullet 77 = 77\text{мм}^2$	$l_y = 10\text{мм}$
Операционный усилитель К140УД6 (3 шт)		$D_{\text{м}} = 1,2\text{мм}$ $D_{\text{кп}} = 1,8\text{мм}$  $l_y = 17,5\text{мм}$
Транзистор КТ315	 Установочная площадь: $S_{\text{уст.8}} = \pi \bullet 6,5^2 \approx 133\text{мм}^2$ $S_{\text{уст.8}\Sigma} = 1 \bullet 133 = 133\text{мм}^2$	$D_{\text{м}} = 0,9\text{мм}$ $D_{\text{кп}} = 1,5\text{мм}$  $l_y = 5\text{мм}$

<p>Транзистор КТ814</p>	 <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{вст.8}} = \pi \bullet 6,5^2 \approx 133\text{мл}$ $S_{\text{вст.8}\Sigma} = 1 \bullet 133 = 133\text{мл}$	<p><math>D_{\text{м}} = 0,9\text{мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,5\text{мм}</math></p> 
<p>Реле РЭС-55А (3 шт.)</p>	 <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{вст.1}} = 8 \bullet 4,5 \approx 36\text{мл}$ $S_{\text{вст.1}\Sigma} = 7 \bullet 56 = 252\text{мл}$	<p><math>D_{\text{м}} = 1\text{мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,6\text{мм}</math></p> 
<p>Микросхема КХА058 (1 шт.)</p>	 <p>Установочная площадь:</p> $S_{\text{вст.10}} = 20,5 \bullet 8,5 \approx 174\text{м}$ $S_{\text{вст.10}\Sigma} = 1 \bullet 174 = 174\text{мл}$	<p><math>D_{\text{м}} = 0,8\text{мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,4\text{мм}</math></p> 

<p>Разъемный клеммный блок на плату, 6 контактов: Серия 15EDGVC-3.5 <a href="#">15EDGVC-3.5- 06P-14-00AH</a> (1 шт.)</p>		<p><math>D_M = 1,2\text{Мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,8\text{Мм}</math></p>  <p><math>l_y = 17,5\text{Мм}</math></p>
<p>Ответный разъем к 15EDGK на плату угловой 3.81мм <a href="#">15EDGRC-3.81- 06P</a> (1 шт.)</p>		<p><math>D_M = 1,2\text{Мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,8\text{Мм}</math></p>  <p><math>l_y = 17,5\text{Мм}</math></p>
<p>Клеммник разъёмный, 6 контактов <a href="#">15EDGVC-3,5</a> (1 шт. для ножки питания 14)</p>		<p><math>D_M = 1,2\text{Мм}</math> <math>D_{\text{кп}} = 1,8\text{Мм}</math></p>  <p><math>l_y = 17,5\text{Мм}</math></p>

## Определение размеров печатной платы

При определении полной площади печатной платы вводят коэффициент её увеличения  $K_s = (1,5..3$ :

$$S_{\text{пл}} = K_s \sum_i^N S_{\text{уст.}\Sigma i} + S$$

Найдём  $\sum_i^N S_{уст.\Sigma}$  :

$$\sum_i^N S_{уст.\Sigma i} = \sum_{i=1}^{15} S_{уст.\Sigma i} = 252 + 64 + 130 + 78 + 25 + 79 +$$

$$+ 133 + 88 + 174 + 77 + 242 = 1548 \text{ м}^2$$

Примем  $K_s = 1,5$ . Тогда:

$$K_s \sum_i^N S_{уст.\Sigma i} = 1,5 \cdot 1961 \approx 2322 \text{ м}^2$$

Примем следующие размеры платы без краевых полей  $a = 90 \text{ мм}$ ,  $b = 27,5 \text{ мм}$ , что примерно соответствует соотношению 1:3. Тогда:

$$S_{пл} = 90 \cdot 27,5 = 2475 \text{ мм}^2 \text{ все элементы поместились.}$$

Найдём  $S_{кп}$ , приняв расстояние от элемента на краю платы до конца платы 5 мм, то есть размер платы становится  $a = 100 \text{ мм}$ ,  $b = 37,5 \text{ мм}$ :

$$S_{кп} = 100 \cdot 5 \cdot 2 + (37,5 - 0,5 \cdot 2) \cdot 5 \cdot 2 = 1365$$

Общая площадь печатной платы:

$$S_{пл} = 2322 + 1365 = 3687 \text{ мм}^2 \text{ при размерах}$$

$$a = 100 \text{ мм}, b = 37,5 \text{ мм}, \text{ что примерно соответствует соотношению}$$

Плата в программе:

