



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ (ИУ7)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.04** Программная инженерия

## ОТЧЕТ

По лабораторной работе № 5

**Название:** «Исследование полупроводниковых диодов в  
Multisim»

**Дисциплина:** Основы электроники

Студент

ИУ7-35Б  
(Группа)

А. В. Толмачев  
(И.О. Фамилия)

Преподаватель

Оглоблин Дмитрий Игоревич

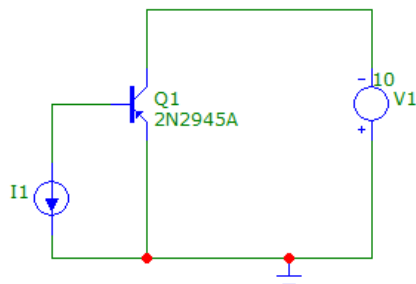
Москва, 2022

**Цель практикума:** получить навыки в использовании базовых возможностей программы Microsar и знания при исследовании и настройке усилительных и ключевых устройств на биполярных и полевых транзисторах.

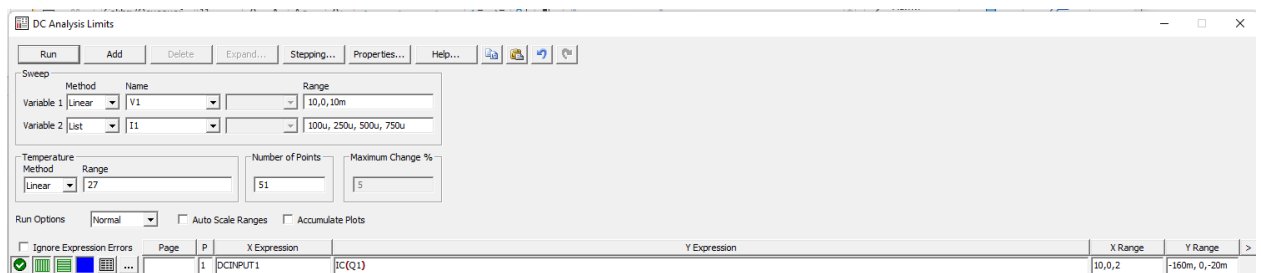
## Эксперимент 1. Снятие вольтамперных характеристик биполярного транзистора.

Используемый диод: 2N2945A – PNP

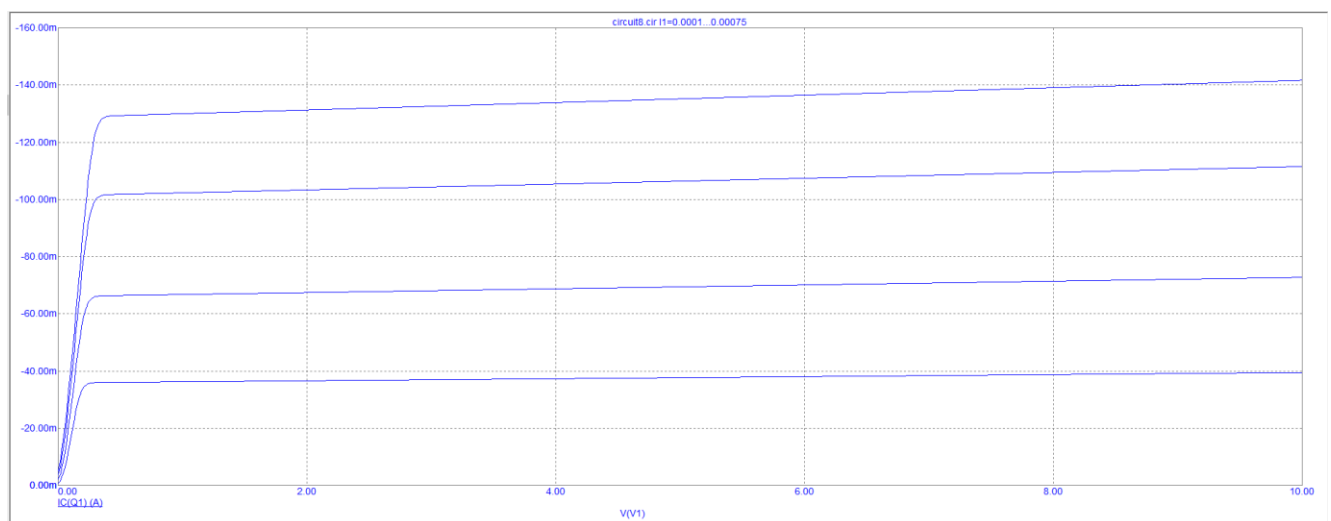
### 1. Моделирование схемы



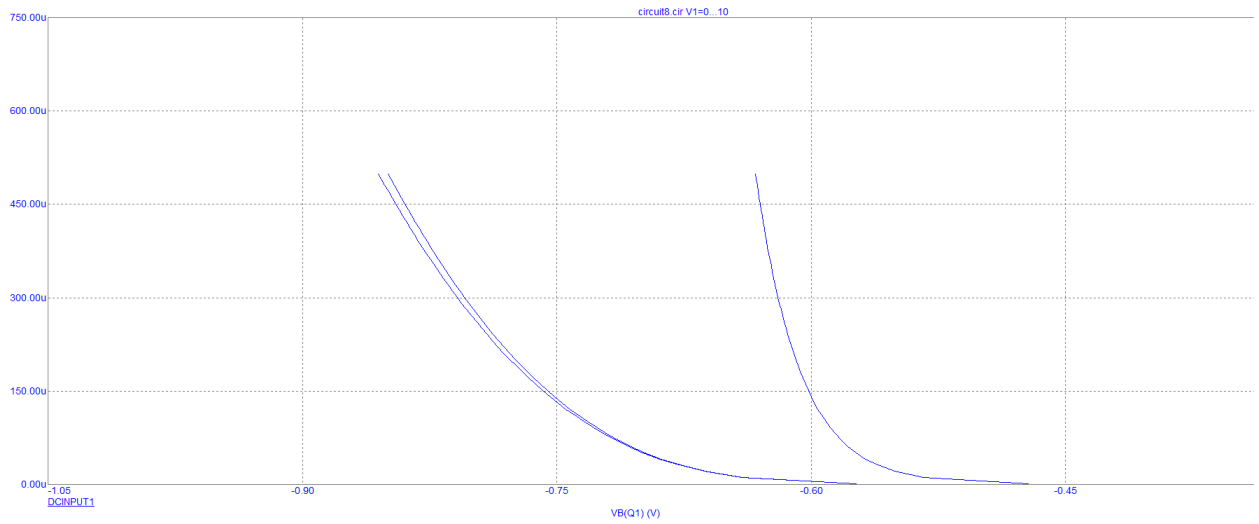
### 2. Параметры анализа для получения выходных ВАХ



### 3. Построение выходных ВАХ



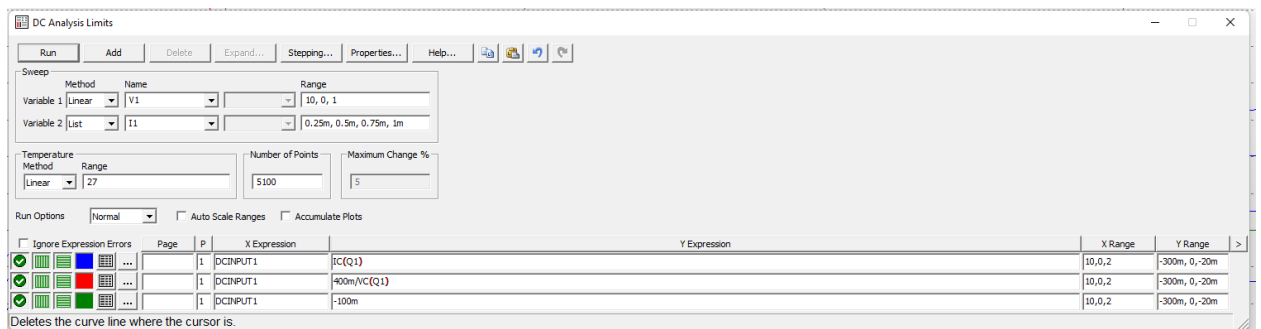
#### 4. Построение входных ВАХ

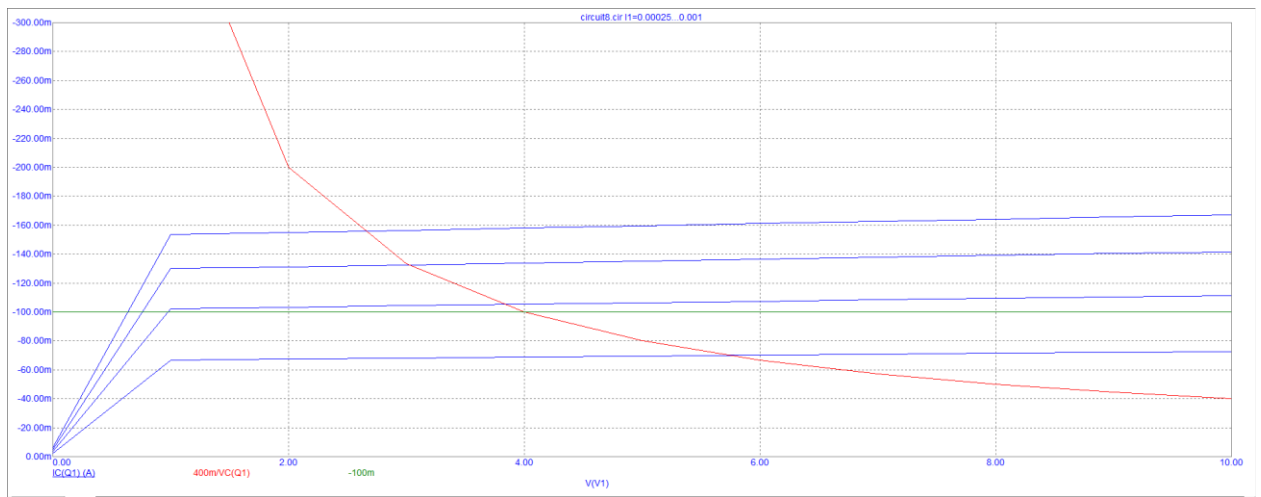


#### 5. Получение данных о транзисторе

Parameters/Test Conditions		Symbol	Value	Unit
Junction and Storage Temperature		TJ and TSTG	-65 to +200	°C
Thermal Resistance Junction-to-Ambient		RθJA	435	°C/W
Collector Current (dc)		IC	-100	mA
Emitter to Base voltage (static), collector open	2N2944A	V EBO	-15	V
	2N2945A		-25	
	2N2946A		-40	
Collector to Base voltage (static), emitter open	2N2944A	V CBO	-15	V
	2N2945A		-25	
	2N2946A		-40	
Collector to Emitter voltage (static), base open	2N2944A	V CEO	-10	V
	2N2945A		-20	
	2N2946A		-35	
Emitter to Collector voltage	2N2944A	V ECO	-10	V
	2N2945A		-20	
	2N2946A		-35	
Total Power Dissipation, all terminals @ TA= +25 °C (†)		PT	400	mW

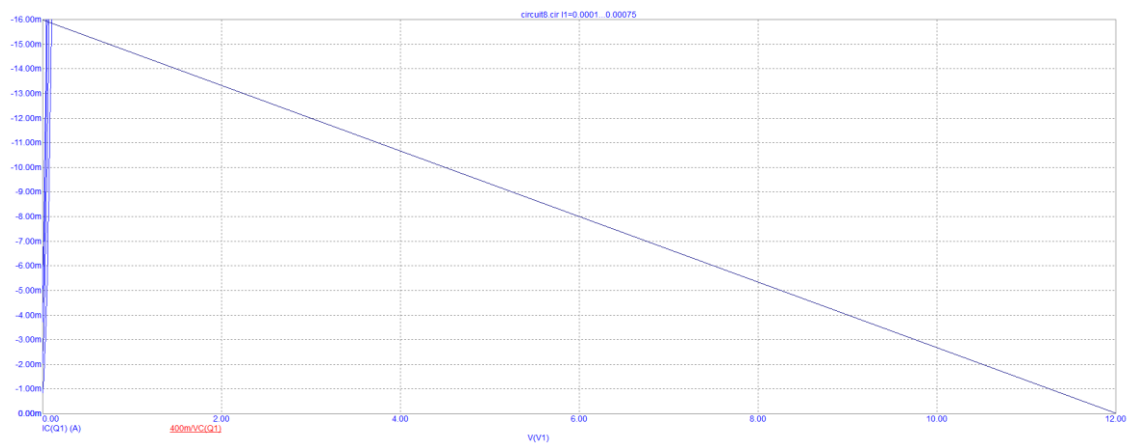
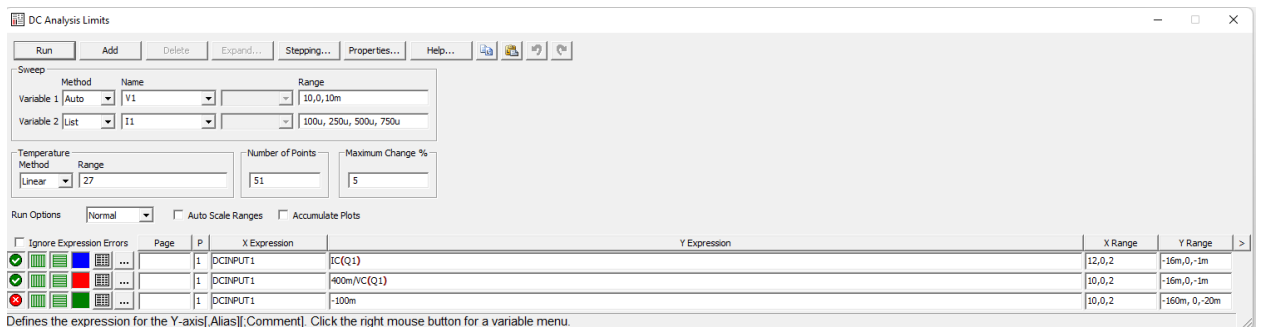
#### 6. Построение кривой допустимой мощности





## 7. Построение нагрузочной прямой

$$E_k = 12\text{В}, R_k = 750\ \Omega \Rightarrow I_k = 12/750 = 16\text{ мА}$$



По середине нагрузочной прямой:

$$U = E_k / 2 = 6\text{В}; R_k = 750\ \Omega$$

$$I_k = U / R_k = E_k / 2R_k = 8\text{мА}$$

## 8. Определение тока базы в рабочей точке

$$B_f = 990.284$$

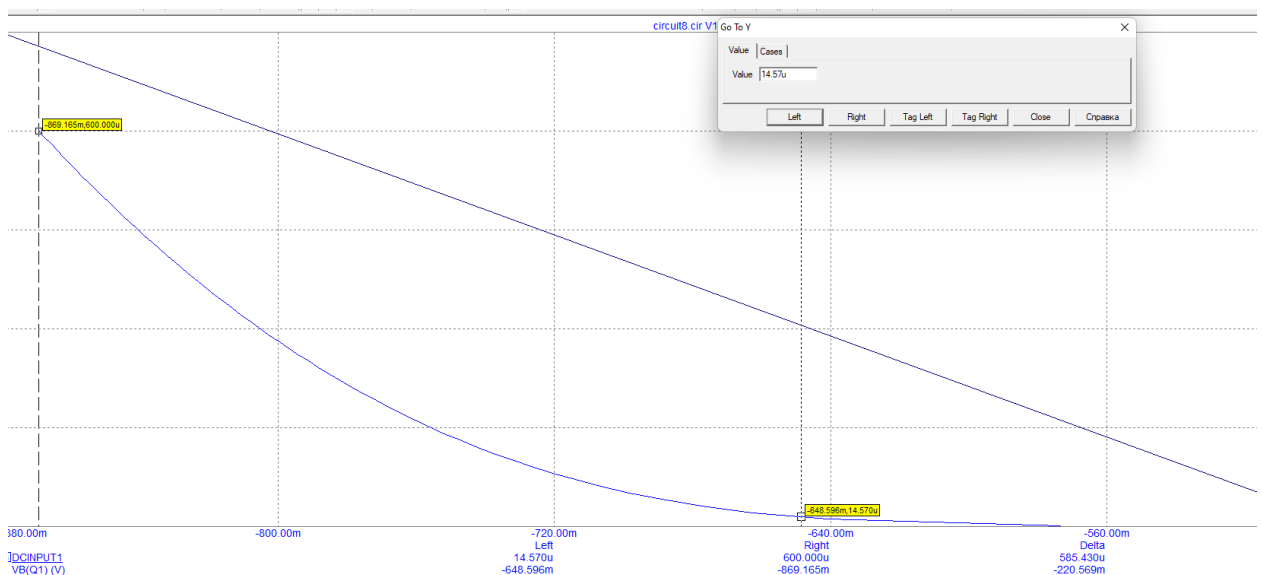
☐ Show Data on Exit

Source: Global library located at MSBJT.LBR

LEVEL	1	AF	1	BF	990.284
BR	869.241m	CJC	13.7466p	CJE	10.5062p
CJS	0	EG	1.11	FC	500m
GAMMA	10p	IKF	36.3814m	IKR	10m
IRB	0	IS	10.1233f	ISC	.453948f
ISE	1.0246f	ISS	0	ITF	10m
KF	0	MJC	303.846m	MJE	470.773m
MJS	0	NC	2	NE	1.10861
NF	899.328m	NK	500m	NR	1
NS	1	PTF	0	QCO	0
QUASIMOD	0	RB	0	RBM	0
RC	0	RCO	0	RE	1.14023
T_ABS	undefined	T_MEASURED	undefined	T_REL_GLOBAL	undefined
T_REL_LOCAL	undefined	TF	1n	TR	10n
TRB1	0	TRB2	0	TRC1	0
TRC2	0	TRE1	0	TRE2	0
TRM1	0	TRM2	0	VAF	100
VAR	0	VG	1.206	VJC	700m
VJE	750.205m	VJS	750m	VO	10
VTF	10	XCJC	1	XTB	0

When you exit the Attribute dialog box, this displays any edited object (e.g. model statement, macro).

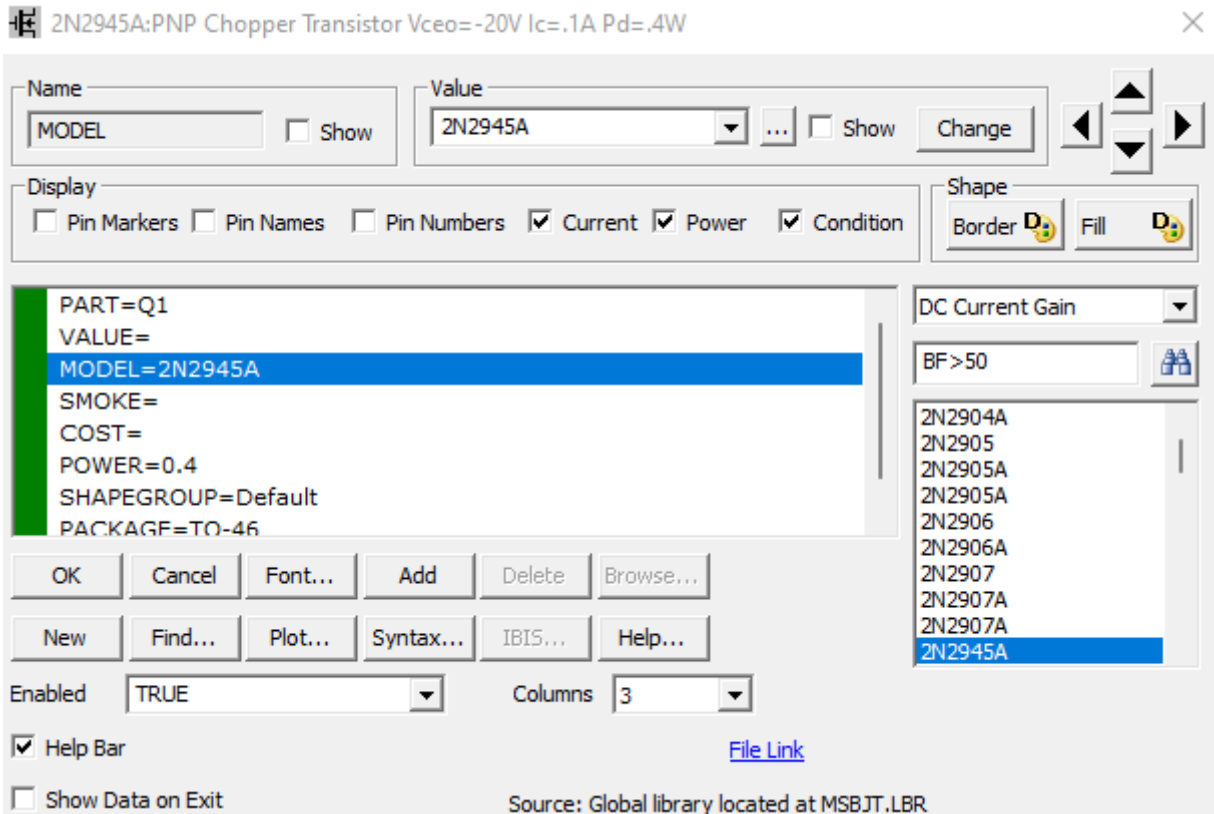
$$I_b = I_k / B_f = 8\text{mA} / 990 = 8,08\text{мкА}$$



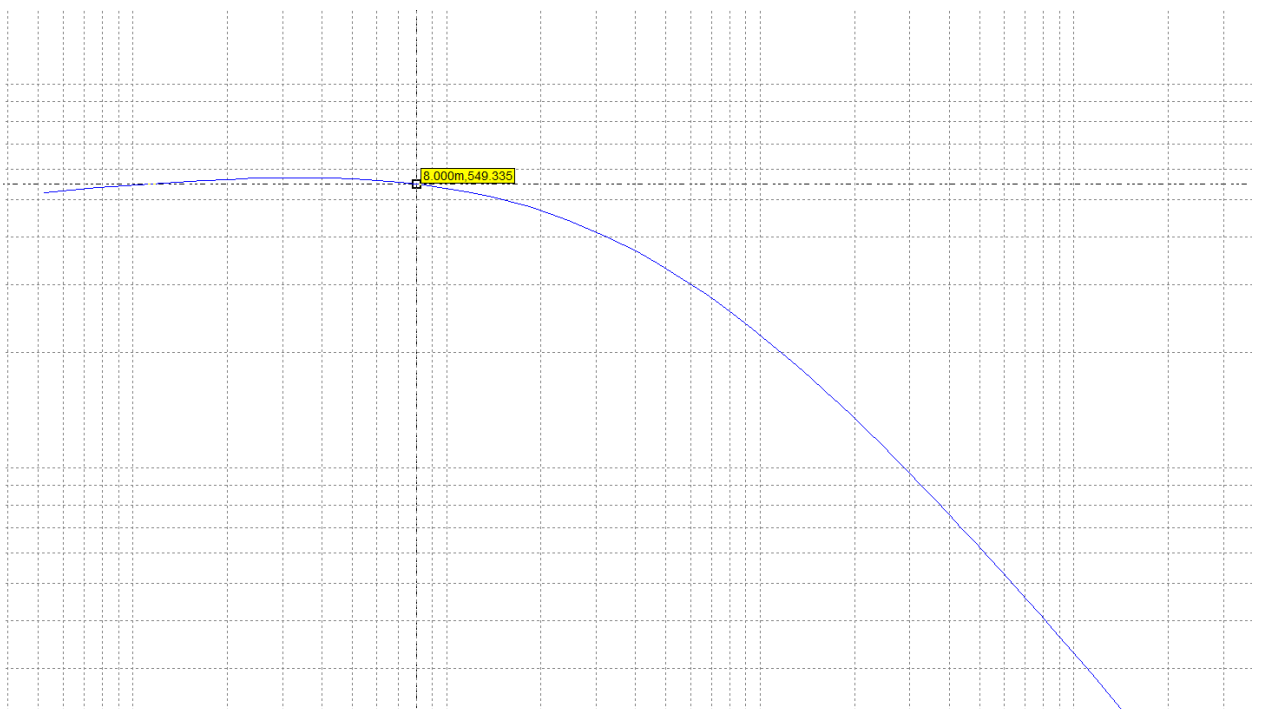
$$U_6 = 0.648596$$

## Эксперимент 2. Установка рабочей точки каскада усиления с общим эмиттером дополнительными элементами схемы

1. Получаем зависимость коэффициента от тока коллектора для тока  $I_k = 8\text{mA}$



2. Определяем BF по графику



$B_f=549.335$  для  $I_k=8.0\text{mA}$

3. Рассчитываем  $R_k$  и  $R_b$

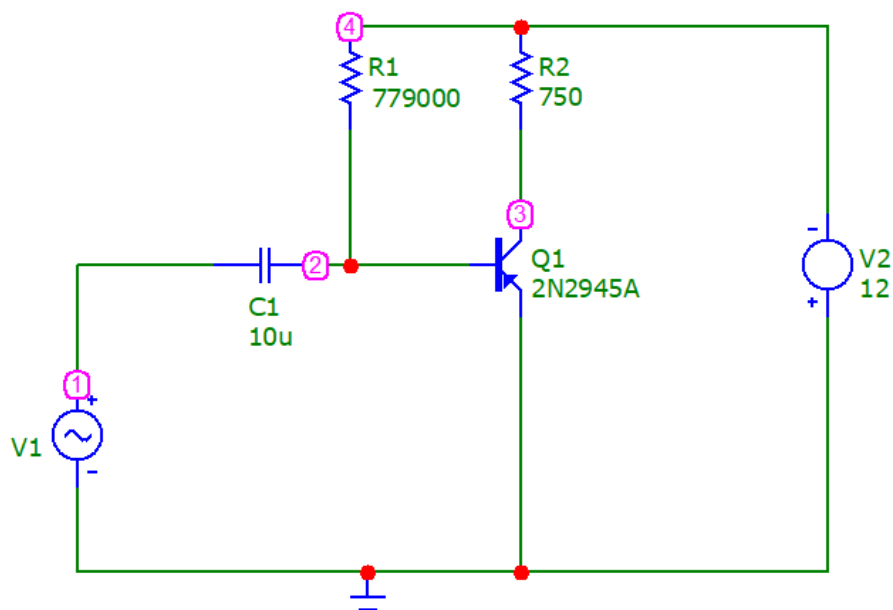
$$I_B = I_k / B_F = 8\text{mA} / 549.335 = 14,57 \text{ мкА}$$

$$R_k = (E_k - U_k) / I_k = (12 - 6) * 1000 / 8 = 750$$

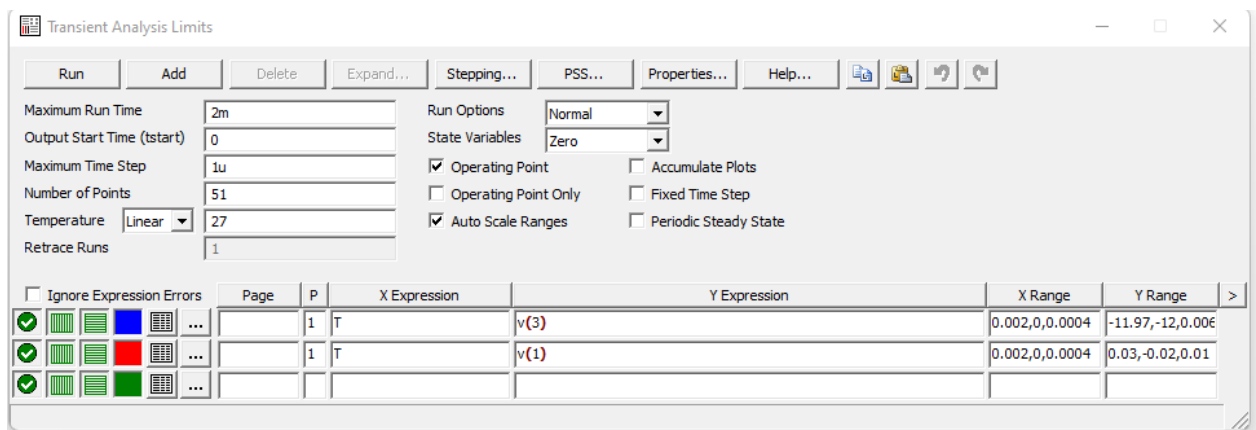
$$U_B = 0.648596$$

$$R_b = (E_k - U_b) / I_b = (12 - 0.648596) \text{В} / 14.57 \text{мкА} = 779 \text{кОм}$$

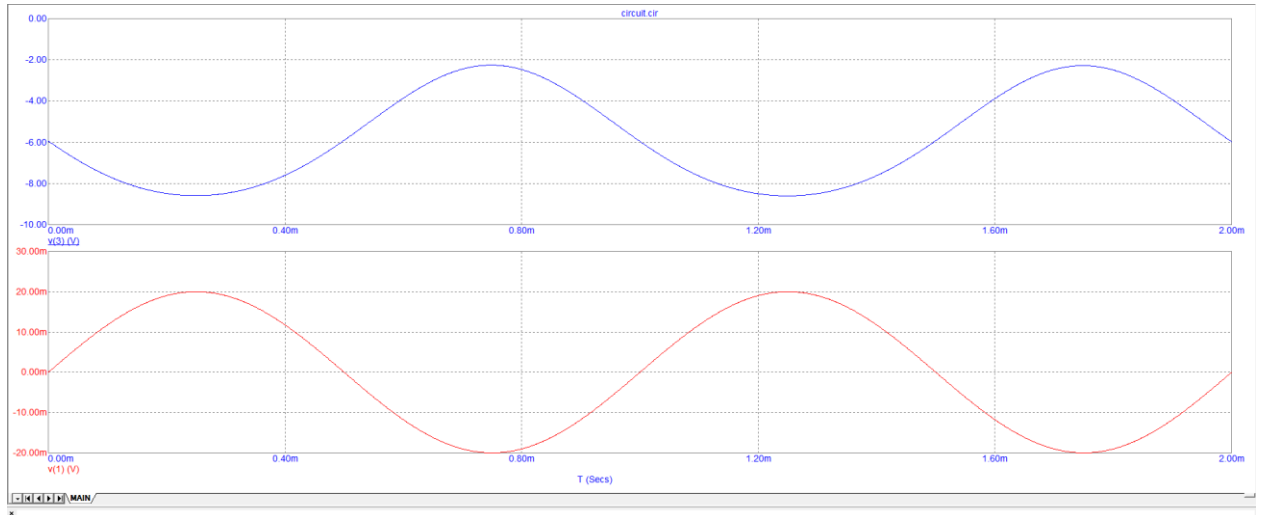
4. Строим схему с найденными сопротивлениями



5. Настройка режима transient



## 6. Результаты анализа:



Коэффициент усиления:  $\sim (-2 - (-8))\text{V} / (0.02 - (-0.02))\text{V} = 6 / 0.04 \approx 150$

Расчет тока базы, тока делителя, сопротивлений R1 и R3

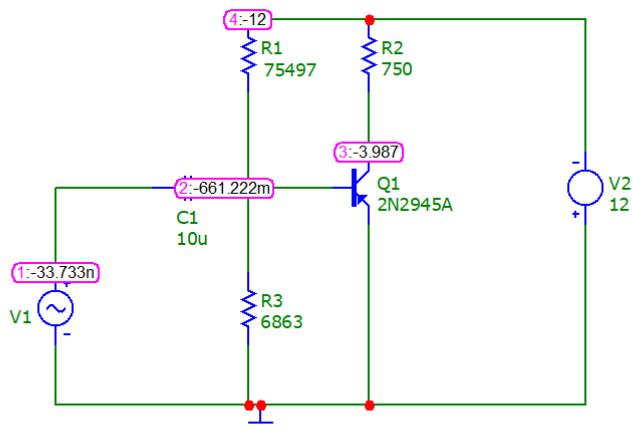
$I_B = 14,57 \text{ мкА} \Rightarrow I_D = 145.7 \text{ мкА} = 0.0001457\text{A}$

$R1 + R3 = E_k / I_D = 12 / 0.0001457\text{A} = 82361 \text{ Ом}$

$R1 / R3 = (E_k - U_B) / U_B = (12 - 1) / 1 = 11$

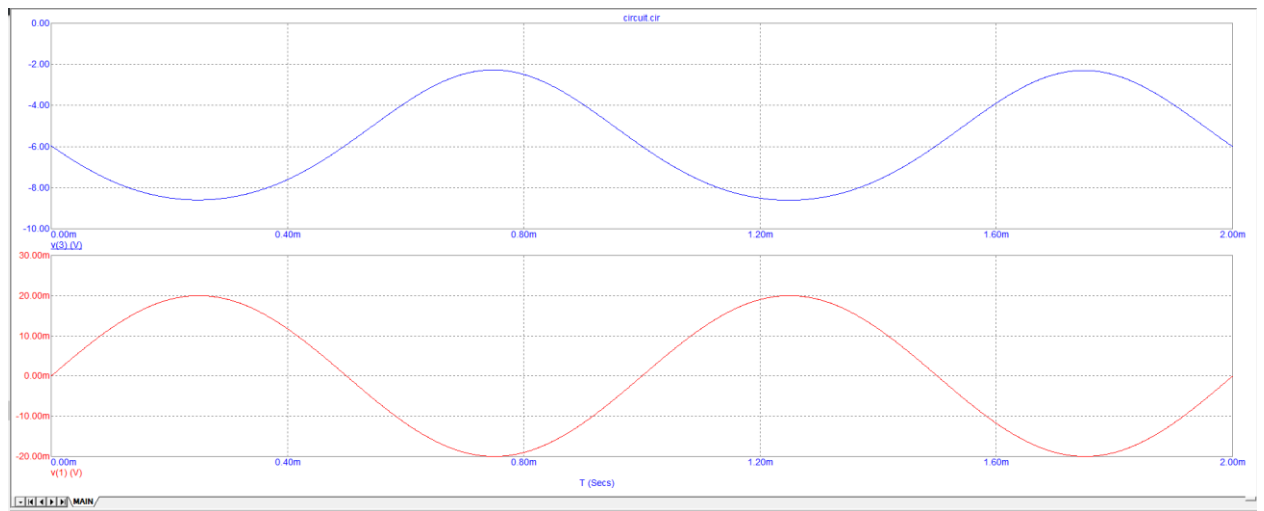
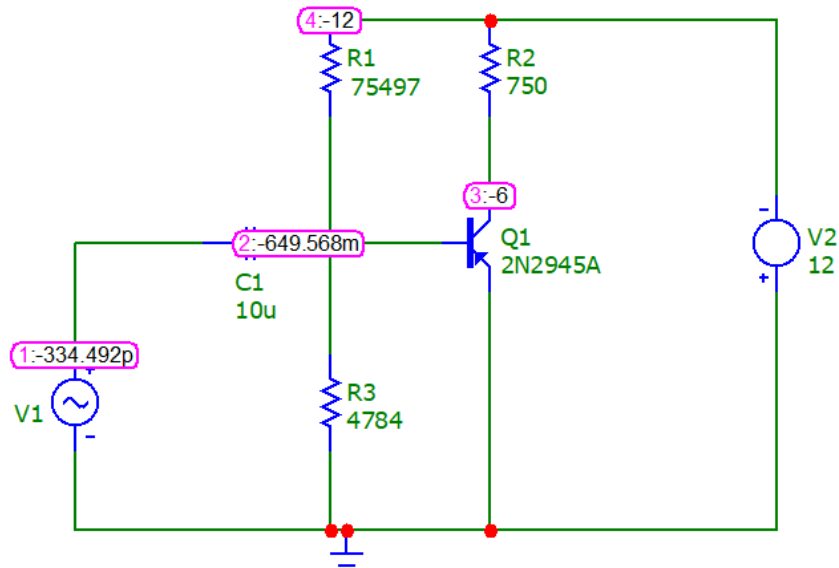
$\Rightarrow R1 = 75497 \text{ Ом} \quad R2 = 6863 \text{ Ом}$

## 7. Построение схемы с найденными сопротивлениями



Изменим сопротивление R3 с 6863 Ом на 4784 и получим требуемое напряжение





### Эксперимент 3. Исследование влияния температуры на положение рабочей точки каскада с общим эмиттером биполярного транзистора.

1. Для построения ВАХ используем схему из задания 1

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Method	Name	Range	
Variable 1	Auto	I1	650u,0,5u
Variable 2	List	V1	6

Temperature

Method	Range
Linear	30,-30,5

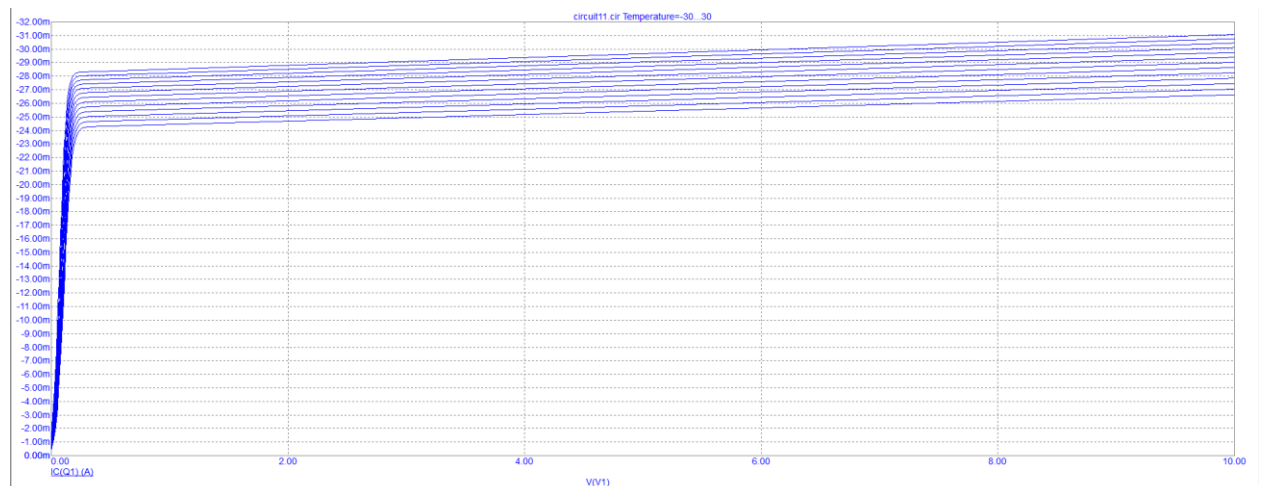
Number of Points: 500

Maximum Change %: 5

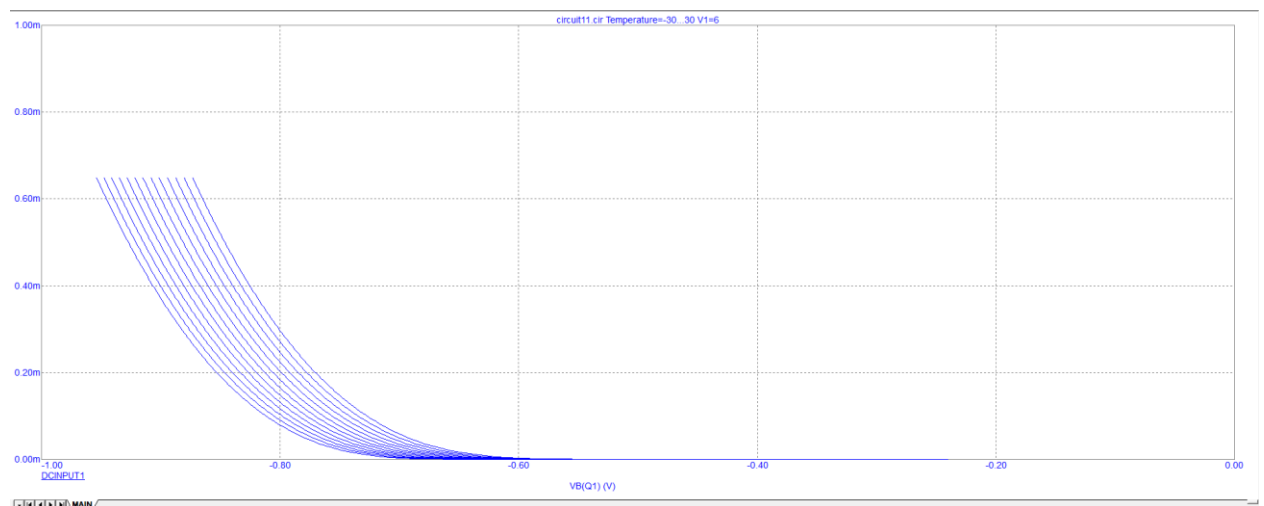
Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

Ignore Expression Errors	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range	>
<input checked="" type="checkbox"/>		1	VB(Q1)	DCINPUT1	0,-1,0.2	0.001,0,0.0002	

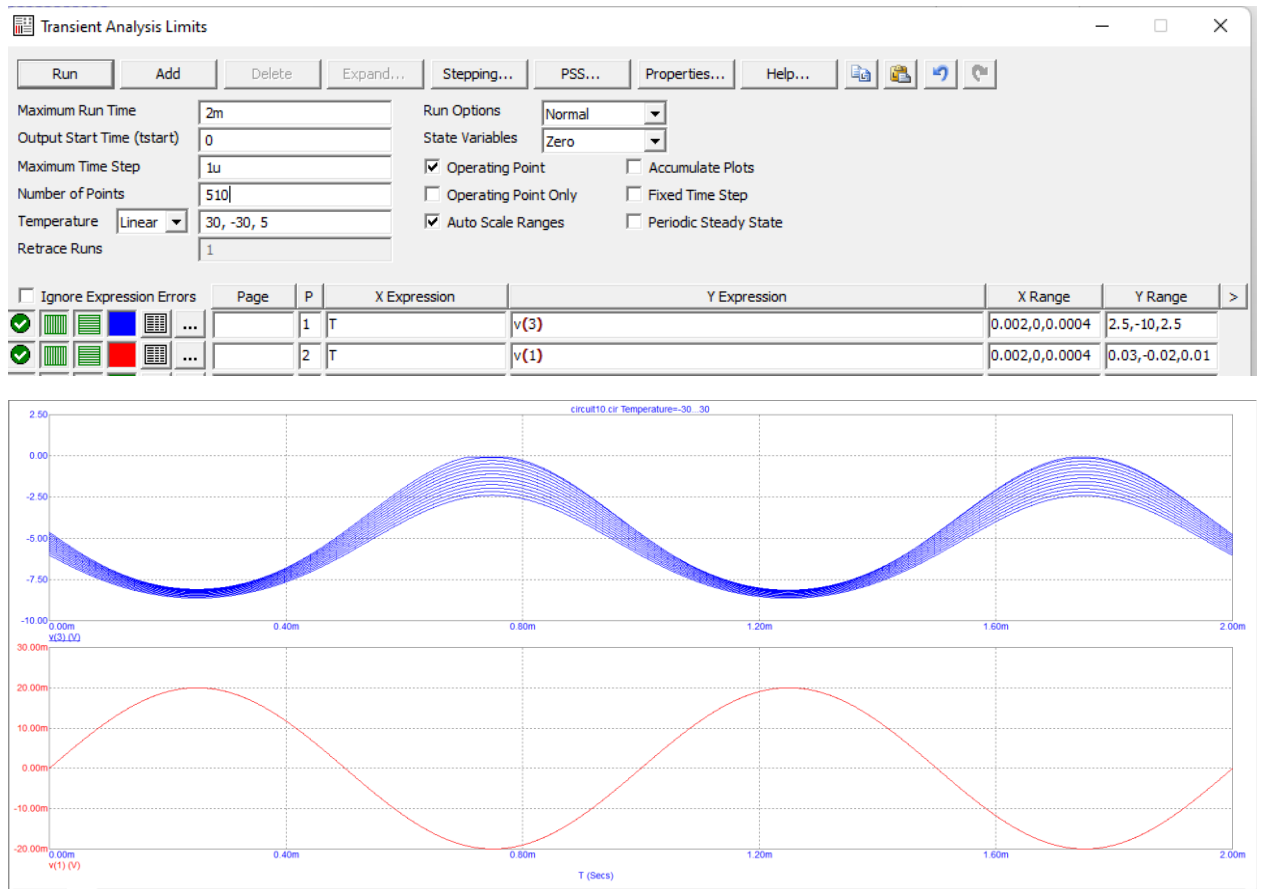
2. Влияние температуры на выходную ВАХ



3. Влияние температуры на входную ВАХ



#### 4. Используем схему из задания 2.



#### 5. Увеличим амплитуду в 5 раз

